目　录

第一章　概况 ……………………………………………………………… （1）

　第一节　河南省自然地理概况 ………………………………………… （1）

　第二节　油、气勘探概况 ……………………………………………… （4）

第二章　河南油田勘探历程 ……………………………………………… （12）

第三章　区域地质概况 …………………………………………………… （22）

　第一节　地层 …………………………………………………………… （23）

　第二节　构造 …………………………………………………………… （43）

第四章　南襄盆地石油地质特征 ………………………………………… （57）

　第一节　构造 …………………………………………………………… （57）

　第二节　中、新生界地层对比与划分 ………………………………… （66）

　第三节　下第三系核桃园组沉积相 …………………………………… （69）

　第四节　生油岩 ………………………………………………………… （92）

　第五节　油气运移 ……………………………………………………… （117）

　第六节　油气藏 ………………………………………………………… （128）

　第七节　油气田地质各论 ……………………………………………… （133）

　第八节　油、气、水性质及分布 ……………………………………… （144）

　第九节　泌阳、南阳凹陷油气评价 …………………………………… （157）

第五章　周口坳陷 ………………………………………………………… （177）

　第一节　概况 …………………………………………………………… （177）

　第二节　构造特征 ……………………………………………………… （178）

　第三节　新生界石油地质特征 ………………………………………… （187）

　第四节　中生界石油地质特征 ………………………………………… （203）

第六章　华北盆地南部上古生界 ………………………………………… （232）

　第一节　地层对比和划分 ……………………………………………… （233）

　第二节　煤系的赋存及成煤相带主要特征 …………………………… （236）

　第三节　煤系地层沉积特征及岩相古地理 …………………………… （238）

　第四节　煤系地层地球化学特征及资源评价 ………………………… （246）

第七章　豫东南青白口系—寒武系 ……………………………………… （273）

　第一节　豫东南地区构造位置及青白口系发育情况 ………………… （273）

第二节　豫东南地区青白口纪—早寒武世古地理概貌 …………… (276)
第三节　初步认识与评价 …………………………………………… (277)
第八章　河南其它中、小型盆地 …………………………………… (279)
第一节　桐柏盆地 ………………………………………………… (279)
第二节　信阳盆地 ………………………………………………… (285)
第三节　临汝盆地 ………………………………………………… (290)
第四节　洛阳盆地 ………………………………………………… (295)
第五节　板桥盆地 ………………………………………………… (300)
第九章　沉积盆地含油气远景评价 ……………………………… (304)

CONTENTS

1. General Situation (1)
   1.1 Geography (1)
   1.2 General Outline of Exploration (4)
2. Course of Exploration (12)
3. Regional Geology (22)
   3.1 Stratigraphy (23)
   3.2 Tectonics (43)
4. Petroleum Geology of NanXiang Basin (57)
   4.1 Tetonics (57)
   4.2 Correlation and Division of Mesozoic and Cenozoic (66)
   4.3 Sedimentary Facies of Lower Tertiary" He Tau Yan Group" (69)
   4.4 Source Rocks (92)
   4.5 Oil and Gas Migration (117)
   4.6 Oil and Gas Pools (128)
   4.7 Discussion onOil and Gas Fields (133)
   4.8 Nature and Distribution of Oil, Gas and Water (144)
   4.9 Resources Predicting of Biyang and Nanyang Depression (157)
5. Zhou Kou Depression (177)
   5.1 General Description (177)
   5.2 Tectonics (178)
   5.3 Features of Lower Tertiary Petroleum Geology (187)
   5.4 Features of Mesozoic Petroleum Geology (203)
6. Uper Paleozoic in South Hua Bei Basin (232)
   6.1 Correlation and Division (233)
   6.2 Existent Coal Bed and Facies of Coal Deposition (236)
   6.3 Sedimentary Characteristics of Coal Series and Palaeogeography of Sedimentary Facies (238)
   6.4 Geolchemical Feature of Coal Series and Gas Resources Estimation (246)
7. Qing Bai Kou Series (Uper Proterozoic –Cambrian) in South–East Henan Province (273)
   7.1 Tectonic position and Qing Bai Kou Series evolution of South–East Henan province (273)

7.2 Ancient geographical Situation in Qing Bai Kou–Early Combrian period …… (276)
7.3 Primary evolution …… (277)
8. Other Medium and Small Basins …… (279)
8.1 TongBai Basin …… (279)
8.2 Xin Yang Basin …… (285)
8.3 Lin Ru Basin …… (290)
8.4 Luo Yang Basin …… (295)
8.5 Ban Qiao Basin …… (300)
9. Hydrocarbon Resources Prospecting of He Nan Sedimentary Basins …… (304)

第一章 概　况

第一节 河南省自然地理概况

一、位置

河南省位于黄河中、下游，北邻山西省、河北省，东与山东省、安徽省为邻，南邻湖北省，西接陕西省。因古称豫州而简称豫，豫州又居九州之中，又称中州、中原。全省面积16万余平方千米，省辖17市、110个县，在十个地区设立了行政公署，省会郑州（图1-1）。

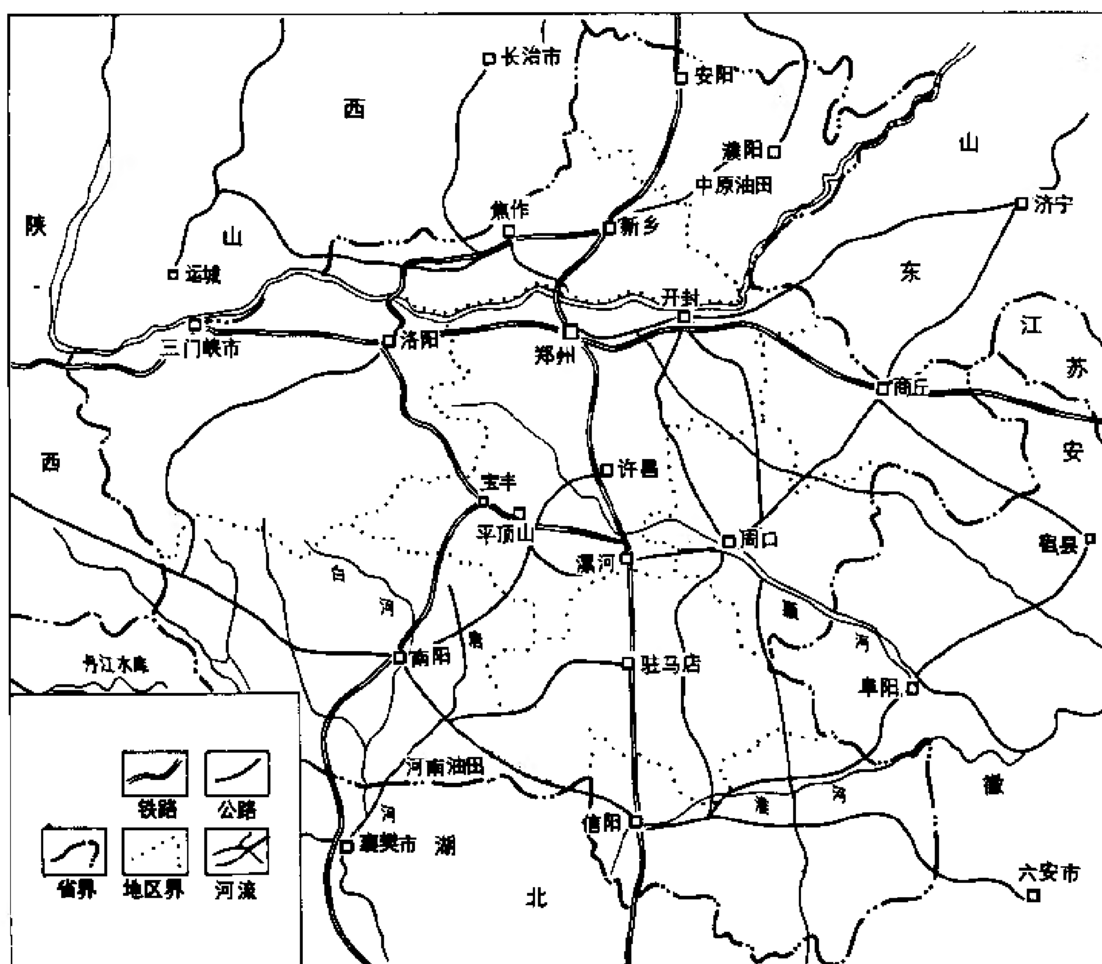


图1-1 河南油田交通位置图

河南石油勘探局（称河南油田）位于河南省南部，基地在南阳县官庄乡，下属各级单位分布于南阳地区和驻马店地区，属南阳、唐河、桐柏、新野、镇平、泌阳等六县境内，包括

五一村（油田基地）、涧河桥（钻井、井下公司基地）、魏岗（技工学校、魏岗油矿）、双河（采油厂基地），南阳、镇平（二机厂基地）（图 1–2）。

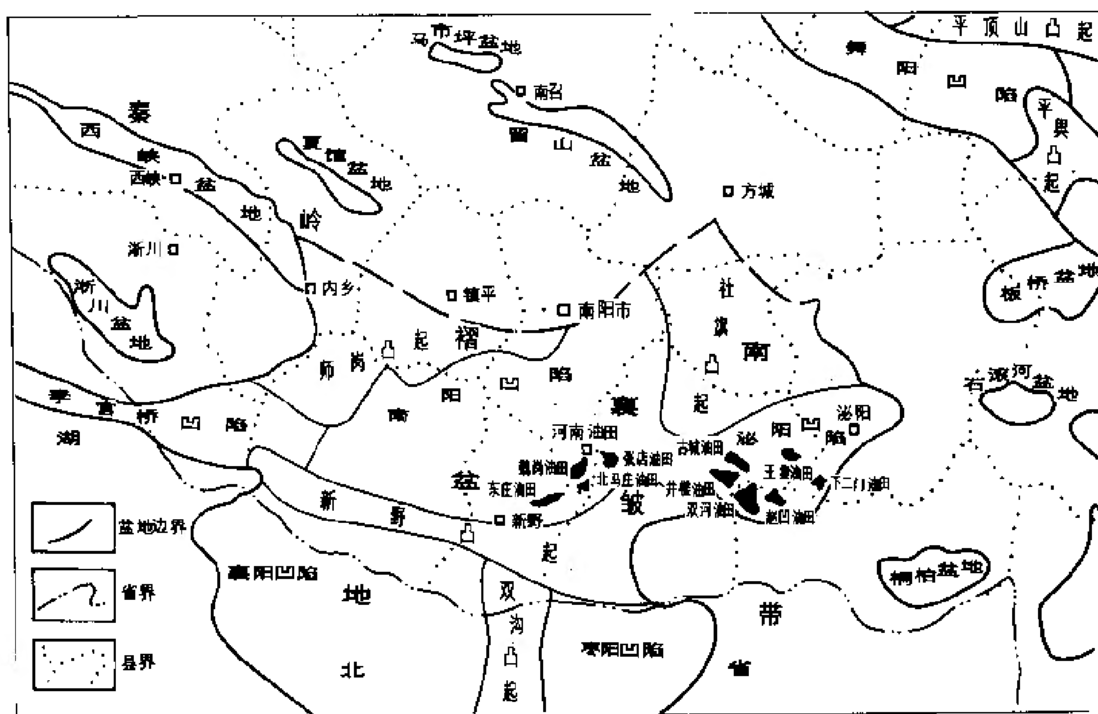


图 1–2　河南油田形势图

二、地形

河南省北、西、南三面环山，东部平原辽阔，全省山地面积占 26%，丘陵面积占 18%，平原、河谷、盆地面积占 56%。

山地分为豫西山地、豫北山地及豫南山地。豫西山地为秦岭山脉向东延伸倾没，山脉走向多为近东西向，分布有崤山、熊耳山、外方山和伏牛山。山势西高东低，向东展开呈扇面状。山脉最高峰可达海拔 2500 米，一般海拔 500～2000 米。嵩山位于东部的山地丘陵之中，海拔 1440 米，山势峻拔，雄伟壮丽，是我国名山“五岳”中的中岳，山麓有嵩阳书院、中岳庙、少林寺等名胜古迹。

豫北山地由太行山之南段东麓组成，多为陡峻的单面山，山高一般在海拔 1500 米左右，山前多有 300～400 米左右的丘陵地，山间多呈小型盆地，如林县盆地、沁阳盆地，多为黄土覆盖，具深切河谷地形。

豫南山地由桐柏山、大别山、淮阳山地的一部分组成，一般山地海拔在 800 米左右，是长江与淮河流域的分水岭，处于华北平原的南界。与湖北交界处的鸡公山风景秀丽，山下武胜关为古代中原南出湖广的要道，现为京广铁路的通道。

平原主要有黄淮平原和南阳盆地。黄淮平原属华北平原的西南部，主要是由黄河、淮河冲积而成，多在海拔 100 米以下，略向东南倾斜。平原北部由于黄河的淤积多为沙丘和黄土岗地，孟津以东为巨大的黄河冲积平原，孟津至兰考间黄河河床高出两岸地面 3～7 米，形成宏伟的地面长河。经历多年的综合治理，充分利用水力资源，变害为利。并在黄河古道沙

丘地上植树造林，改变了气候，改造了土壤，成为主要的农业区。

南阳盆地属夹在豫西与豫南山地之间的山前断陷盆地。也是汉水支流唐河、白河在古盆地基础上的冲积平原，面积 2.6 万平方千米，土地肥沃，气候适中，植物生长茂盛，农业发达。河南油田地处南阳盆地的东部，海拔高度在 92～170 米之间，最低处在魏岗、涧河桥一带，最高处为下二门一带；油田基地（五一村）属平原地形，下二门、双河镇一带属桐柏山前，为丘陵地形，高差不超过 20～30 米。

三、气候

本省气候具有过渡性特点，反映在气温和降雨的南北地区差异，大致以伏牛山脉和淮河干流为分界，以南属亚热带湿润地区，以北属暖温带半湿润地区。一般特点是冬季寒冷雨雪少，春季干旱风多，夏季炎热雨量充沛，秋季晴多日照长。全省平均气温一般在 14℃左右，最冷月平均气温-2～2℃，最冷气温-17.6℃，最热月平均气温 26～29℃，最热气温 40.6℃；大体东部平原气温高，西部山区气温低，南部气温高，北部气温低；山地与平原间差异比较明显，春季北部风沙多，南部风沙少；全年无霜期北部短，南部长，由北向南为 200～236 天；年平均降雨量约 500～900 毫米，南部及西部山区较北部降水量多，大别山区可达 1100 毫米以上，全年降水量的 50%集中在夏季，常有暴雨，如 1975 年 7 月 6 日鲁山降水量达 329.4 毫米；1975 年 8 月上旬，河南西部连降暴雨，降水量达 1000 毫米，驻马店地区造成水灾，淹没了良田和村庄。

河南油田地区年平均气温 15℃，元月份平均气温 2℃，七月份平均气温 26.9℃ 。年降雨量为 800 毫米，主要风向为东北风，风力多为 3～4 级。

四、人口

河南省人口约 7286 万人，民族有汉、回、蒙古、满族……。

河南油田共有人口约 48334 人，集居着十七个民族。其中汉族 47808 人，回族 345 人，蒙古族 33 人，满族 33 人，藏族 2 人，维吾尔族 3 人，苗族 12 人，彝族 1 人，僮族 15 人，布依族 10 人，朝鲜族 5 人，侗族 5 人，白族 1 人，土家族 55 人，畲族 2 人，土族 3 人，京族 1 人。在油田的各兄弟民族职工家属聚集在一起，互相尊重，和睦相处，团结一致，为祖国的四化建设，为发展祖国的石油工业而忘我的劳动着。

五、交通

河南是全国陆路交通的要道，京广、陇海两大铁路横贯东西与南北向，相交于省会郑州，构成本省与外省区的主要交通干线。除此以外，铁路线还有焦柳（至广西柳州），太焦（至山西太原），新焦、漯宝、新密等；1980 年全省中央铁路通车里程达 2174 千米，居全国第九位；货运量完成 6281 万吨，居全国第五位。公路以郑州和各行政公署驻地为中心，形成了干线公路运输网，全省县级有公路相通，有 80%的乡有公路客运班车；平原地区交通较优于山区，全省交通便利。内河航运以卫河、淮河及其支流为主，黄河、唐河、白河部分河段也可通航。航空线以郑州为中心，通往北京、武汉、上海、西安及南阳等地。

南阳油田基地西北 50 千米的南阳市，是焦枝铁路线上的大站之一，向东 176 千米的信阳市为京广铁路上的大站。公路可联接各地、县，来往方便。油田内部公路联接涧河—五一村—双河—下二门，可通行 30 吨以上的大型卡车，为油田生产建设服务。

六、水系

本省河流众多，大部发源于西部山区，顺坡向北、东、南呈幅射状分布，可分为黄河、淮河、卫河、汉水四大流域。尤以黄河雄伟，自陕西、山西省边境折向东流入河南，横

贯省境北部，以湍急之势流经三门峡。在孟津以东进入黄淮平原，因流速减慢，携带之泥沙沉积，河床日益抬高，逐年河堤高筑，在开封、兰考一带造成河床高于两岸地面的情况。淮河发源于桐柏山区，横贯本省东南部，是本省最大的河系，卫河是豫北河流。本省西南属汉水流域，有唐河、白河、丹江等流入汉江。

河南油田地处汉水流域，唐河、白河、涧河等河流流经油田自北而南注入汉江，其中唐河较大，河宽30～50米，水深一到数米。雨季水大时，小机帆船可通航唐河以南的襄阳等地，有些渔民长年以水运捕鱼为生。

七、工农业发展概况

本省农业发展历史悠久，是我国重要的农业地区之一，为两年三熟或一年两熟制。粮食作物主要有小麦、玉米、高粱、红薯、豆类等，淮南以产水稻为主，淮北和南阳盆地以产小麦、杂粮为主。本省小麦产量占全国第一，是全国最大小麦产区之一，种植面积占全省耕地总面积的54%。经济作物有棉花、烟叶、芝麻、花生和油菜籽等，其中烟叶、芝麻也居全国首位。

本省工业发展迅速，现在基本上建立起一个包括冶金、煤矿、石油、机械制造、建材、电力、化工、纺织、卷烟等门类较为齐全的工业体系。郑州已成为全国重要纺织工业中心之一，卷烟工业分布于许昌、郑州等地。洛阳成为我国新兴的以拖拉机、矿山机械制造为主的工业中心，平顶山是我国十大煤炭基地之一。近几年来，我省石油工业发展很快，已开发了中原油田和河南油田，建成年产近1000万吨的相当规模石油基地。

本省矿产资源丰富，已探明储量有工业开采价值的有60余种。其中以煤、铝、钼、金、铁、铜、石油等储量较大，前三种在全国居重要地位。煤不仅品种齐全，而且质量好。煤田分布在京广铁路以西的30多个县、市，主要集中于豫北、豫西的低山丘陵区。其它金属和非金属矿，广泛分布于豫西、豫南、豫北山地。

第二节　油、气勘探概况❶

一、油、气勘探完成的工作量

地质部及省区测队等单位于1955年开始进行地质勘察，对河南省各沉积盆地做过不同程度地质普查与勘探。1970年石油工业部开始对河南开展系统的石油勘探，历年来完成大量地震勘探、钻井及试油工作，于东濮凹陷、南阳凹陷及泌阳凹陷发现了油田，并具相当规模生产能力。全省勘探工作总的完成工作量如下：

1.地面地质调查工作

(1) 1955～1970年期间

南阳凹陷：地质部在周缘露头区做过石油地质调查工作，钻地质浅井24口；河南省区测队在泌阳凹陷做过1／20万区域地质测量。

舞阳、襄城、谭庄凹陷：华北石油普查大队完成了1／20万石油地质普查；郑州地质学校及省地质局填了1／20万第四系地质图；省地质局与中南煤田勘探公司对煤、铁、铝土矿进行普查勘探。

济源盆地：河南省地质局做过1／20万区域地质普查，至1976年钻地质浅井25口。

❶参阅河南油田历年勘探研究报告。

三门峡及洛阳盆地：以找煤为目的在此做过1／20万地质测量；三门峡盆地钻地质浅井6口；洛阳盆地钻地质浅井23口。

中牟凹陷：河南省水文队做过1／20万区域地质测量。

五里川、淅川、石滚河、瓦穴子、任店、大金店、桐柏、留山、夏馆、西峡、潭头、卢氏、嵩县、伊川、临汝、项城盆地：省区测队做过1／20万的区域地质测量；桐柏盆地以找油页岩为目的做过1／50万地质测量，留山盆地钻地质浅井5口，潭头、卢氏盆地各钻地质浅井1口。

(2) 1970～1986年期间

泌阳凹陷：河南省第十二地质队和河南石油勘探指挥部做过油苗调查。

舞阳、襄城、谭庄凹陷：河南省区测队对许昌、平顶山幅进行了1／20万综合地质调查。

淅川、石滚河盆地：河南省第十二地质队进行过盐、碱矿及油气的普查工作。

任店盆地：河南省第十二地质队做过找矿地质普查。

马市坪盆地：河南省第十二地质队在景庄地腊点做过地质普查。

桐柏盆地：江汉油田做过油页岩调查，河南省第十二地质队以找天然碱为目的钻浅井26口。

临汝盆地：河南省第十二地质队以找盐为目的做过路线调查，钻地质浅井7口。

2.地球物理勘探工作

(1) 1955～1970年期间

南阳凹陷：地质部中原物探大队做过1／10万的电法大剖面及重力普查，地质部904队做过1／50万航磁概查，完成1／20万磁力普查。

泌阳凹陷：地质部中原物探大队做过路线电法测量及1／10万的重力普查，地质部904队进行了1／50万的航磁概查，完成1／20万的航磁普查。

东濮、中牟凹陷：地质部做过1／100万的电法普查；1／20万的重磁力普查；1／100万的航磁概查；1／10万的重力详查。

济源盆地：地质部在局部地区做过1／5万的电法及磁力详查；完成了1／20万的重磁力普查；1／100万的航磁概查。及1／20万普查。

舞阳、襄城、谭庄凹陷：河南省煤炭局和地质局进行过电法勘探，做过1／10万的航磁测量及航空放射性测量；平顶山幅西部做过1／50万的航磁测量。

三门峡、洛阳盆地：地质部做过1／20万的电法及重磁力普查；完成了1／20万的航磁测量。

太康隆起：地质部做过二条电法大剖面；完成了1／20万的重磁力普查；1／100万的航磁概查。

信阳盆地：河南省地质局物探大队在西部进行了1／5万的电法、重力详查，地质部完成了1／20万的重磁力普查。

板桥盆地：地质部完成了1／20万的重磁力普查。

五里川、淅川、石滚河、瓦穴子、任店、大金店、马市坪、潭头、卢氏、嵩县、伊川、临汝、项城、桐柏、留山、夏馆、西峡盆地：地质部完成了1／20万磁力普查，临汝盆地还做了1／20万电法普查。

(2) 1970～1986年期间

南阳凹陷：1976年以前由江汉油田与河南石油勘探局完成了普通地震剖面1085千米，多次覆盖地震剖面1178千米，磁带记录地震剖面5350.65千米。1979～1986年由石油工业部河南石油勘探局完成12次覆盖地震剖面374.4千米，24次覆盖地震剖面1388.45千米，三维地震剖面1107.75千米。历年共完成地震工作量10484.25千米。以下其它凹陷，河南石油勘探局所完成的工作量情况如下：

泌阳凹陷：共做单次地震剖面28.4千米；6次覆盖地震剖面2222.4千米；12次覆盖地震剖面1249.4千米；24次覆盖地震剖面1401.54千米；30次覆盖地震剖面73.86千米；三维地震剖面51.36公里。共完成各种地震剖面5026.96千米。

舞阳、襄城、谭庄凹陷：完成六次覆盖地震剖面638.1千米；12次覆盖地震剖面2504.85千米；24次覆盖地震剖面1684.25千米。共完成地震剖面4827.2千米。

沈丘、新桥凹陷：1982～1986年完成12次覆盖地震剖面1313.65千米；24次覆盖地震剖面1957.9千米；30次覆盖地震剖面74.3千米。共完成地震工作量3345.85千米。

1979年成立321重力队，在洛阳、三门峡盆地完成1／20万全盆地重力普查；在舞阳、襄城、谭庄凹陷做过重力勘探工作。

地震工作量较大的地区主要集中在已发现的油田区（南阳、泌阳凹陷）和油气显示较好区（周口西部—沈丘、新桥凹陷）。另外在板桥、洛阳、三门峡、信阳、济源盆地及太康隆起也做过一些地震工作。1986年底共做地震剖面27052千米。

3.钻井、试油工作

南阳凹陷1970年开始钻探，发现魏岗油田后，1986年基本完善了开发井网，直至1986年底共动用钻机51台次，探井完井144口，下油层套管的井78口，进尺33.4万米，钻井取芯17口，取芯进尺1798.84米，岩芯长1573.84米，收获率87.49%。魏岗油田探井试油46口182层，张店油田探井试油17口88层，东庄油田探井试油5口16层，外围探井试油7口27层，探井共试油75口313层，见工业油流的井48口，探井成功率为最低10%（1971）～最高50%（1976）。

泌阳凹陷：河南石油勘探局从1974年底开始钻探，发现双河油田后，1979年基本完善了双河油田及下二门油田的开发井网，1986年底探井完井189口，进尺41.75万米，钻井取芯73口，取芯进尺4806.12米，岩芯长4032.88米，收获率83.91%，下油层套管的井166口，见工业油流的井74口，探井成功率最低为21%(1983)～最高为50%(1978)。探井试油142口736层。双河油田探井试油46口201层；下二门油田探井试油12口75层；王集油田探井试油26口124层；赵凹油田探井试油8口44层；安棚油田探井试油11口68层；井楼油田探井试油10口68层；古城油田探井试油1口12层，油田外围探井试油28口144层。

周口坳陷：1981～1986年河南石油勘探局在舞阳凹陷钻探井10口，进尺33774.86米，钻井取芯进尺441.31米，岩芯长330.02米，收获率74.78%，下油层套管的井2口，试油1口2层，均未获工业油流。1982～1986年在襄城凹陷钻探井8口，进尺23738米，钻井取芯进尺319.02米，岩芯长247.98米，收获率77.7%；下油层套管的井2口；试油井2口8层，均未获工业油流。1982～1986年在谭庄凹陷钻探井3口，进尺11320米，钻井取芯进尺105.41米，收获率78.2%；下油层套管的井3口，试油井2口8层，未获工业油流。沈丘凹陷于1986年以前钻井4口，进尺14564米，钻井取芯进尺102.58米，岩芯长75.91米，收获率74.3%；下油层套管的井2口，试油井1口(周参10井)，共计5层，未获工业

油流。1984～1986年在鹿邑凹陷共钻探井6口，进尺22031米，钻井取芯进尺145.98米，岩芯长121.18米，收获率83%；下油层套管的井2口试油11层（周参17、周参13井），未获工业油流。东岳凹陷于1981年钻探井1口(周参6井)，进尺3209.88米，钻井取芯进尺45.96米，岩芯长20.59米，收获率44.8%；下油层套管试油1口8层，未获工业油流。新桥凹陷分别在1975、1985年钻探井2口，进尺5289.01米，钻井取芯进尺24.87米，岩芯长17.45米，收获率70.2%，未见油气显示，均为裸眼完井。西平凹陷于1986年钻探井1口（周20井），进尺3572米，钻井取芯进尺6米，岩芯长6米，收获率100%，年底未钻达设计井深，已钻井段未见良好油气显示。

周口坳陷累积完成探井34口，进尺111243米，钻井取芯进尺1102.83米，探井试油合计10口42层。

在河南省其它沉积盆地，也进行了少量的钻探工作，如洛阳、三门峡、开封、济源、板桥、信阳盆地均钻过1～2口地层探井，因无良好油气显示，而暂告一阶段。

河南石油勘探局在河南省各沉积盆地共钻探井400口，进尺98.6万米，探井试油232口1132层，获工业油流的井131口，成功率32.75%。

二、勘探程度

河南省中、新生界盆地，属断陷盆地，大部分为箕状凹陷，分割性强，大部分面积较小。全省共有26个盆地包括北部临清坳陷向南延伸部分，总面积86590平方千米，其中大于500平方千米的盆地有12个，总面积84020平方千米，占沉积盆地总面积的97%；小于500平方千米的盆地有14个，总面积为2570平方千米，仅占沉积盆地总面积的3%。此外，大部分盆地，有古生界地层分布，如周口、开封坳陷、洛阳、济源盆地，分布面积约46000平方千米，形成多层次的勘探目的层，主要有下第三系、中生界(侏罗～白垩系)、古生界(石炭—二叠系)。自1970年石油工业部对河南开展系统石油勘探，至1986年止，各盆地勘探主要情况(表2–1)、(图1–3)。

勘探工作主要集中于3000平方千米以上的盆地，其中勘探程度最高的有二个盆地:南襄盆地（南阳、泌阳凹陷）及临清坳陷（濮阳、前梨园、葛岗集凹陷），已探明的大部分油田已投入开发外，盆地的其它地区均进入详探阶段，面积为31000平方千米，占总面积35.8%；其次为周口坳陷的舞阳、襄城、沈丘、鹿邑等凹陷已进入预探阶段，面积为11000平方千米，占总面积13%；勘探程度较差，仅完成地震普查及打了参数井的盆地有5个:信阳、三门峡、洛阳、济源、板桥盆地，面积为17700平方千米，占总面积20.4%；其它17个较小盆地，除临汝盆地作了地震普查，其它基本上均未进行勘探。

三、勘探主要成果

从1970年开始到1986年，石油工业部对河南省新探区进行的系统石油勘探，已经历了十六年，由于坚持“立足南阳，放眼全省”的方针，取得了良好的勘探效果，于河南省的南部和北部发现了南阳、泌阳及东濮油田，使河南有了相当规模的石油工业，主要的勘探成果有以下四方面:

1.侦察南襄盆地较快地发现了油田，并迅速形成生产能力，建成了河南油田

河南油气勘探首先是从南襄盆地开始的，1970年进行地震普查及参数井钻探，于1971年8月，南阳凹陷东庄构造上的南5井，试油获工业油流，为河南省第一口工业油流井。至1977年（6年期间），南襄盆地勘探成果迅速扩大，在南阳凹陷相继找到魏岗、张店油田；在泌阳凹陷陆续新发现了双河、下二门、王集油田，为下一步抢建产能打下基础。至1986

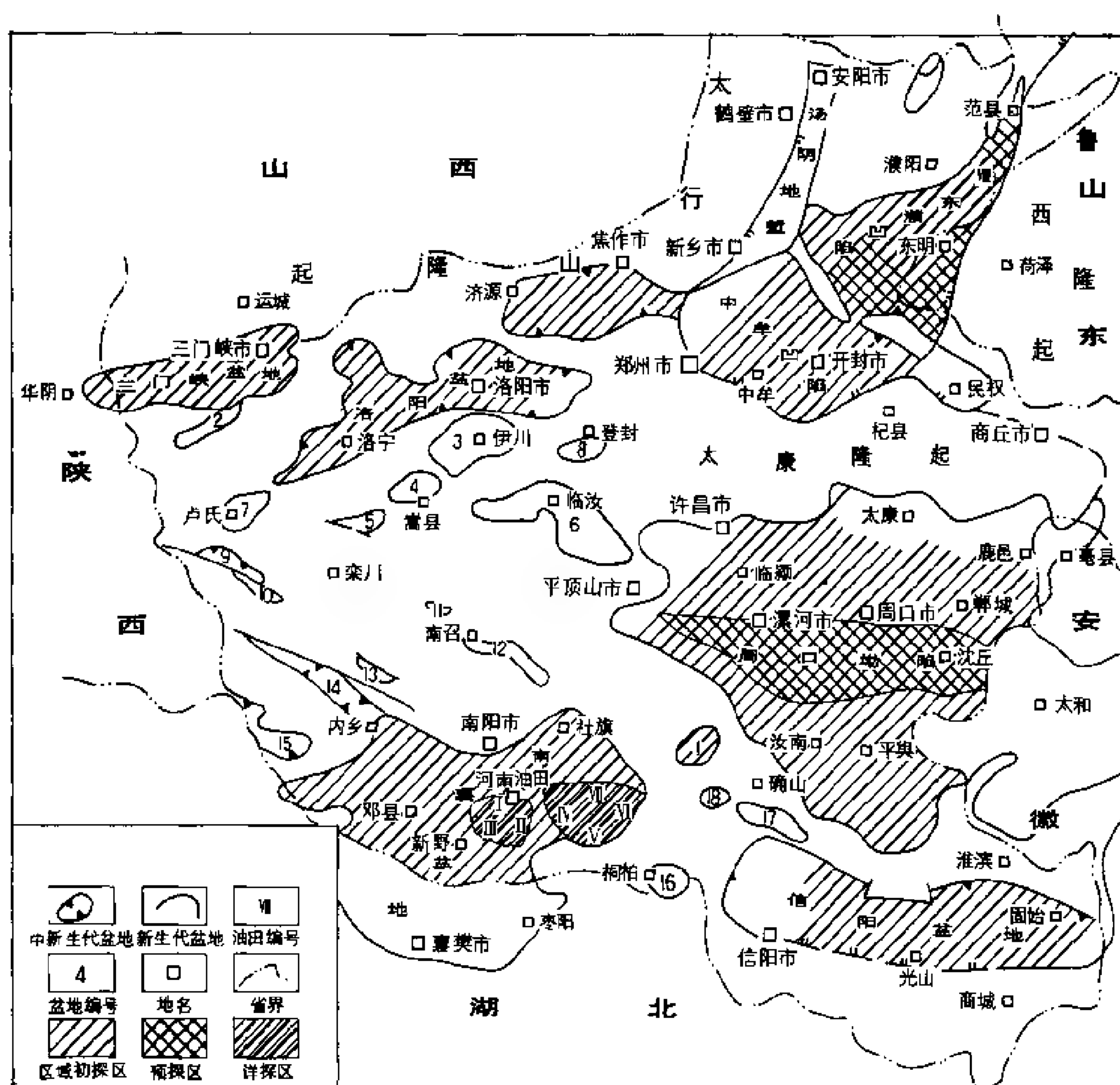


图 1—3　河南省中、新生代沉积盆地勘探程度图

1—板桥盆地；2—项城盆地；3—伊川盆地；4—嵩县盆地；5—潭头盆地；6—临汝盆地；7—卢氏盆地；8—大金店盆地；9—瓦穴子盆地；10—五里川盆地；11—马市坪盆地；12—留山盆地；13—夏馆盆地；14—西峡盆地；15—淅川盆地；16—桐柏盆地；17—任店盆地；18—石滚河盆地；Ⅰ—魏岗油田；Ⅱ—张店油田；Ⅲ—东庄油田；Ⅳ—双河油田；Ⅴ—赵凹油田；Ⅵ—下二门油田；Ⅶ—王集油田、Ⅷ—濮阳油田

年在二个凹陷一共发现十个油田，各油田情况见表 1—2。

1977～1979 年为河南油田抢建产能时期，双河、下二门、魏岗三个油田相继投入开发，并初步完善了注、采系统。1979 年共投产采油井 194 口，注水井 99 口，原油年产量达 225.7 万吨，年注水量达 343.2 万立方米。由于逐年调整，采取分层注水，原油年产量稳定并略有增加，1983 年赵凹、王集小油田相继投产，当年采油井达 276 口，年产原油 237.6 万吨；注水井 93 口，年注水量 275.1 万立方米，年含水上升率 1.34～1.89%，综合含水为 33.1%。1986 年，新发现的安棚小油田投入开发，再加上其它油田调整，采油井数为 391

表 1－1 各盆地石油勘探情况简表[1]

(已钻探或详探盆地简表)

序号	盆地及凹陷	面积 (km^2)	各层位勘探程度				主要成果
			下第三系	侏罗～白垩系	上古生界	下古生界青白口系	
1	南襄盆地	17000					
	南阳凹陷	3600	地震剖面:10484.25km 探井:144口				发现魏岗、张店、东庄、北马庄油田
	泌阳凹陷	1000	地震剖面:5026.96km 探井:189口				发现双河、王集、下二门、赵凹、安棚、井楼、古城、杨楼等油田
2	开封坳陷	8520					
	中牟凹陷	4500	探井:8口				
3	临清坳陷						发现文留、马厂油田
	东濮凹陷	5300	探井:14口				
4	周口坳陷	32620	地震剖面:4827.20km 探井:20口	地震剖面:3345.85km 探井:9口	探井:4口	探井:1口	下第三系、中、古生界见油气显示
5	信阳盆地	7000		地震剖面:193.78km 探井:1口			
6	三门峡盆地	3100	地震剖面:230.78km 探井:2口				
7	洛阳盆地	4300	地震剖面:268.50km 探井:2口				
8	济源盆地	2800		地震剖面:1600km 探井:1口			见气显示
9	板桥盆地	500		地震剖面:461.70km 探井:2口			

(未钻探盆地简表)

序号	盆地及凹陷	面积 (km^2)	勘探主要情况
10	临汝盆地	1500	地震剖面: 148.65km
11	伊川盆地	800	
12	西峡盆地	580	
13	嵩县盆地	300	
14	卢氏盆地	300	
15	淅川盆地	300	
16	桐柏盆地	280	
17	任店盆地	260	
18	项城盆地	200	
19	留山盆地	180	
20	大金店盆地	170	
21	潭头盆地	160	
22	石涂河盆地	120	
23	瓦穴子盆地	110	
24	五里川盆地	70	
25	马柿坪盆地	60	
26	夏馆盆地	60	

总计盆地面积: $86590km^2$

① 表中所注明工作量均由河南石油勘探局所完成.

表 1–2　河南油田情况简表

凹陷名称	序号	油田名称	油层层位	含油面积 (km^2)	油田储量占总储量的百分比(%)	油藏类型及构造位置
南阳凹陷	1	双河油田	核三$^{4-7}$	31.50	55.4	鼻状构造岩性封闭油藏；深凹陷部位西侧
	2	下二门油田	核三$^{2-3}$	5.29	11.3	背斜断裂油藏；凹陷东部紧邻大断层
	3	赵凹油田	核三$^{3-4}$	2.19	0.8	鼻状构造岩性封闭油藏；凹陷深部
	4	安棚油田	核三$^{3-4}$	8.30	3.4	鼻状构造岩性封闭油藏；凹陷深部
	5	王集油田	核三$^{2-3}$	4.51	1.3	鼻状断裂构造油藏；北部斜坡
	6	井楼油田	核三$^{4-5}$	14.60	19.4	鼻状、背斜断裂构造油藏；凹陷西南部斜坡带
		共　计		66.39	91.6	
泌阳凹陷	1	魏岗油田	核二$^{2-3}$	12.04	5.0	鼻状断裂构造；北部斜坡带紧邻深凹陷
	2	东庄油田	核二^{3}	3.50	2.1	背斜断裂构造；凹陷深部
	3	张店油田	核二^{3}～三	7.20	0.8	鼻状断裂构造；北部斜坡带
	4	北马庄油田	核二^{3}～三^{1}	2.16	0.5	鼻状断裂构造；凹陷深部
		共　计		24.94	8.4	

口，年产原油达 250 万吨；注水井 157 口，年注水量 315.9 万立方米，综合含水为 56.2%。

2.文留及马厂油田的发现

从 1973 年起，河南石油勘探局与石油物探局第二指挥部共同开展了区域勘探，1975 年根据物探局的资料，在东濮凹陷的文留构造定了濮参 1 井，9 月濮参 1 井喷油，发现了文留油田。

1978～1983 年对河南中、小盆地开展全面侦察（地震普查及打参数井）时期，先后侦察了板桥盆地、中牟盆地、民权盆地、济源盆地、洛阳盆地、三门峡盆地、信阳盆地、灵宝盆地、东濮凹陷的东明地区和太康隆起等 10 个盆地或地区，侦察结果，于东明地区发现了马厂油田，并在中牟凹陷、济源盆地，分别发现了新生界和中生界具较好生油层及油气显示，证实了这两个沉积盆地具良好的勘探远景。

3.周口坳陷区域勘探发现多套目的层及良好的油气显示

周口坳陷是我省最大的沉积盆地，面积3.2万平方千米，部分跨入安徽省境内(6000平方千米)，河南境内为2.6万平方千米，坳陷内共有16个次级沉积凹陷。1973年河南石油勘探局与物探局共同对周口坳陷开始了石油勘探，至1986年共完井34口，钻探了九个次级凹陷，勘探结果：①发现了四套良好生油层。新生界下第三系主要分布于西部襄城、舞阳、潭庄三个凹陷；中生界白垩系主要分布于中部沈丘凹陷；上古生界石炭—二叠系煤成气地层主要分布于东北部鹿邑凹陷；元古界青白口系生油层主要分布于南部东岳凹陷一带。②部分探井见较好的油气显示，完井34口，共有15口见不同程度的油气显示，见原油的井有三口：襄参1井于下第三系核桃园组钻进过程中槽面见30多公斤原油；周10井于中生界白垩系试油日产32公升；周12井于中生界中途测试获3.86吨／日原油；周参7井、周13井、襄5井在石炭、二叠系中见良好天然气显示。证实周口坳陷具有多层勘探目的层，属石油及天燃气勘探有利地区。

4.安棚碱矿及舞阳盐矿的发现

1975年8月泌阳凹陷的第二口探井泌2井，于井段1498.20～1500米(层位核三^{1}段)见1层1.8米天然固体碱层，到1986年共有11口井见碱层，单井厚度一般7.2～16.2米，最厚达35米(云9井)，碱层面积12.5平方千米，主要分布于赵凹—皮冲深凹陷。

舞阳凹陷，1980年10月打的第二口探井（舞2井），于井段1061～1954米（层位核一至核二^{1}段），见41层261.8米盐岩层，证实下第三系上部为盐湖沉积相，至1986年共有5口井见盐岩层，单井厚度237.0～425.6米，最厚达602.0米（舞3井），面积为271.2平方千米，主要分布于深凹陷，沿盆地走向分布。

碱矿和盐矿的发现，为河南石油勘探局开展多种经营提供了物质基础。

第二章　河南油田勘探历程[1]

河南省的石油勘探工作，开始于1955年，至1970年之前，主要是进行区域性的概查和普查。工作单位先后有:地质部所属的904队、第一普查大队、济南物探大队、第四物探大队、河南省地质局测量队，石油工业部所属的西安地质调查处122、123队、华北石油勘探处、胜利油田、物探局等单位，对河南省境内的沉积盆地进行了初步的勘探工作。共完成重磁力普查67000平方千米，电法普查22600平方千米，1：20万的区域地质测量，钻地质浅井130口，钻深探井7口（华2、华5、郑1、开参1、新1、东参1、东参2)，除华5井在太康隆起上之外，其它6口井均在临清、开封坳陷。这些早期的普查工作，为河南的石油勘探打下了一定的基础，对全省的区域构造、沉积盆地的轮廓和可能的主要目的层系有了初步的了解。为在河南进一步开展油气勘探创造了有利的条件。

从1970年开始，石油工业部所属的“五七”石油会战指挥部的三分部和四分部的十二团，对南襄盆地开展了系统的石油勘探工作，1971年在南阳凹陷东庄构造上钻探的南5井发现了工业油流，宣告了河南石油工业的诞生。1971年之后，先后在河南开展石油勘探工作的单位有：石油工业部系统的河南石油勘探局、石油地球物理勘探局、中原油田。地质矿产部系统的华北石油地质局，河南省的各专业地质队，煤炭工业部系统的地质勘探单位，在不同地区都作了一定的地质勘探工作，对石油勘探提供了许多有益的地质资料。自1970年以来，经过17年的勘探和开发，河南已成为我国的重要石油基地之一，南部有河南油田、北部有中原油田，原油产量近1000万吨，在各省原油产量中，列黑龙江(大庆)、山东(胜利)、辽宁(辽河)、河北(华北)四省之后，占全国的第五位。

1970年至1987年河南石油勘探局的工作，大体可划分为五个勘探阶段。

一、1970～1972年5月，侦察南襄盆地，发现南阳油田

在“五七”江汉油田会战当中，为了扩大勘探领域，会战指挥部作出决定，在江汉盆地之外开展勘探工作，1970年4月25日至30日在“五七”油田会战指挥部四分部驻地江陵召开了三分部和四分部“三西”联席会议，对上“三西”的工作作了具体部署，对豫西工作作了安排，三分部负责南襄盆地（南阳、襄阳、枣阳）的地震勘探工作，四分部的十二团负责钻井和地质研究工作，钻井、地震勘探同时进行。这个阶段的主要成果有以下几点:

1.南1井明确了地层层序

三分部的地震勘探，因1970年10月份才能开展工作，当时没有系统的地震资料，所以，南阳凹陷第一口探井南1井井位的确定，只能根据重力资料和地质部第四物探大队所作的100多公里的零星的地震资料。在重力图上，南阳凹陷西北坡与深凹陷(重力低)的过渡地带，两条地震十字剖面上有一鼻状构造显示，定名为廖庄鼻状构造，南1井的井位就定在鼻状构造上，钻探目的主要有两条：第一，了解南阳凹陷基底以上的地层层序；第二，定凹，了解生油层的情况。南1井于1970年6月30日开钻，9月24日完井，完钻井深2914.22米；上第三系上寺组857米，下第三系廖庄组1201米，核一段1637米，核二段1838米，

[1] 参阅1970～1988年河南油田地质、地球物理研究报告及有关单位研究报告。

核三段 2054 米，大仓房组—玉皇顶组 2786 米，以下为元古界片岩。

下第三系为砂、泥岩剖面，以红色地层为主，灰色泥岩较少，下第三系厚 1929 米，灰色泥岩厚 192 米，占地层厚 10%，灰色泥岩主要分布在核二段，核一段底部及核三段顶部也有少量灰色泥岩，核二段地层厚 201 米，灰色泥岩厚 69 米，占地层厚的 34.3%。红色泥岩 65 米，占地层厚的 32.3%，砂岩厚 67 米，占地层厚的 33.3%。

南 1 井的钻探，说明南阳凹陷为下第三系的凹陷，并且有一定的厚度，但生油条件较差。分析认为，井位偏向斜坡部位。

2.南 2 井发现了良好的生油地层

南 1 井钻探结果生油条件较差。根据唐河西大岗下第三系地面露头调查，灰色泥岩地层较多。根据重力图分析，深凹陷在南 1 井以东，由此决定，南 2 井应由南 1 井向东打在深凹陷内，解决生油条件问题。在重力低的范围内，有一条东西向的地震剖面隆起明显，当时称为牛三门隆起(现在的魏岗鼻状隆起南翼)，南 2 井就定在凹中之隆。

南 2 井 1970 年 10 月 30 日开钻，1971 年 1 月 2 日完井，完钻井深 2032 米，上第三系底界 551.5 米，下第三系廖庄组 842.5 米，核一段 1563 米，完钻地层为核二段；在 930 米以下至井底约 1000 米井段为连续的灰色，深灰色泥岩，夹少量砂岩，灰色地层尚未钻穿，因井下比较复杂而提前完钻。南 2 井的钻探，发现了良好的生油地层，解决了定凹问题，明确了在南阳凹陷找油的前景。

3.南 3 井（及南 4 井）发现油气显示

在南 2 井完钻时，三分部的地震队已完成了部分地震测线，在凹陷南部的南 1 井和南 2 井之间，发现了王庄断鼻构造（曾叫过沙堰构造），所处区域地质条件比较有利，确定钻探南 3 井。南 3 井于 1971 年 2 月 5 日开钻，钻至井深 2843.23 米，因井下事故无法处理决定完钻。钻井过程中在井段 2170～2843.23 米，见油迹砂岩 6 层 10.5 米，由于南 3 井事故完井，在同井场钻探了南 4 井，完钻井深 2900.5 米，南 4 井在相当南 3 井见显示井段取了岩芯，砂岩显示为荧光级别，电测资料显示也不好，故未下套管。

4.南 5 井发现工业油流

1971 年 5 月份，地震野外工作结束后，第一次作出了南阳凹陷的地震构造图，基本勾画了南阳凹陷的构造面貌，凹陷北部为斜坡，南部为深凹陷，深凹陷南部为断阶带。深凹陷中，以东庄背斜和魏岗鼻状隆起构造为主体，组成南北向的中央隆起带，隆起带以东为牛三门凹子，以西为焦店凹子。根据新的构造图，当时人们认为应以中央隆起带为重点突破地区，同时兼顾南部断阶带，作了第一次的整体部署，在中央隆起带南部的东庄背斜构造上定南 5 井，在隆起带北部的魏岗鼻状构造的不同部位定了南 6 井、南 7 井和南 10 井，在两个构造之间的一个断块上定了南 8 井，在南部断阶带的曲洼小背斜上定了南 9 井。

南 5 井于 1971 年 6 月 7 日开钻，8 月 3 日完井，井深 2397.68 米。在 2290.5～2355 米井段，录井见油浸砂岩 9 层 10 米，油斑砂岩 10 层 9.5 米，会战总指挥部及十二团地质连和四分部作战科的地质人员赶到现场，观察了岩屑，认为油砂不错，可能出油，并决定立刻完井电测并试油。几个地质负责同志在现场等电测资料出来，测井站的同志现场绘图解释，并当场讨论决定了试油层位，射开 2292.8～2353.8 米井段，有 5 层油层，厚 6.7 米，1971 年 8 月 7 日提捞求产，捞深 1150 米，日产油 3 吨，发现了东庄油田，河南省的石油勘探在南阳凹陷突破了出油关。

在魏岗构造上的南 6 井，1971 年 8 月 15 日开钻，9 月 19 日完钻，井深 2034 米。试油

射开井段1218.2～1484米，有油层2层，厚7.6米，9月24日畅喷日产72.2吨，发现了产量较高的魏岗油田。

在南阳凹陷勘探的同时，在襄阳凹陷有一台钻机打了两口定凹井(襄1井、襄2井)未发现生油地层。在枣阳凹陷有一台钻机打了三口井（枣1井、枣2井、枣3井），虽然见到了生油地层，但生油层厚度相对较小，生油指标较低，在南阳凹陷南2井见到良好生油层之后，襄阳、枣阳的两台钻机也调到了南阳凹陷。在南5井和南6井出油之后，十二团很快又从江陵凹陷调了6台钻机，南阳凹陷的钻机达9台，全面开展南阳凹陷的勘探工作。

二、1972～1975年，立足南阳，着眼河南，侦察周口拗陷和东濮凹陷，发现东濮油田。

1972年初“五七”江汉油田会战结束，胜利油田到江汉参加会战的十二团的队伍，除留下几个地质和测井解释人员外，全部回山东胜利油田。1972年5月1日从江汉会战的十五团（钻井）、四团（试油）、三分部（地震）、四分部地质营（化验）抽调部分人员和设备，组建了南阳石油勘探指挥部，有9个钻井队，4个试油队和4个地震队，约5000名职工。

南阳石油勘探指挥部成立后，它的主要任务是立足南阳，着眼河南，开展区域勘探，搞清南阳油田的规模有多大，三几年内把周口、临清、开封都要侦察一下，争取有大的发现，然后再组织会战。这就是当年安排部署勘探工作的主导思想。

1.南阳凹陷控制了三个油田的含油面积

围绕着南阳凹陷东南部生油凹陷中心地区，以魏岗—东庄隆起带、张店—黑龙庙鼻状隆起、白秋～金华构造断裂带、南部断阶带等四个构造带为对象，开展勘探工作。在魏岗—东庄构造带上对魏岗油田进行了详探，探明了含油面积和地质储量，开辟了开发试验区，对高含蜡原油的开采和集输进行了试验。对东庄油田作了初步的详探工作，控制了三级含油面积和储量。在张店—黑龙庙构造带上，发现并详探了张店油田。南部断阶带的勘探，在曲洼构造上的龙6井见到日产1立方米的油流，北部白秋～金华构造带上，金1井见到天然气的显示。在南、北两个构造带上没有重要的发现。

2.周口坳陷未发现生油地层

周口坳陷面积32000平方千米，是河南省境内面积最大的盆地，未打过一口石油探井，是石油勘探的处女地，有着很大的吸引力，而且距南阳油田基地相对较近，自然地被列为外围侦察地区的第一位。

石油地球物理勘探局第二指挥部1971年至1974年投入15个地震队年的工作量，完成六次覆盖剖面6733千米，对北部和中部凹陷带的构造面貌有了基本的了解，为上钻机提供了依据。1973年挑选了一个最好的钻井队（3249队），从1973年9月5日第一口井（周参1井）开钻，至1975年9月在三个凹陷的不同部位共打了5口井。以下第三系为主要勘探目的层，解决定凹问题，由于未发现生油地层，暂告一段落。

第一口井周参1井井位的确定。根据当时的构造图，中部凹陷带中段的沈丘凹陷，面积比较大，沉积岩厚度大，并在深凹陷北侧有一个郭平楼背斜构造，经油田研究认为第一口井打在这个部位，既可以解决定凹，又可以兼探油气。又经过周口和华北的“突破口”会议论证，也同意第一口井打在郭平楼构造上。周参1井1973年9月5日开钻，12月6日完井，井深3200米，井底地层为下第三系。上第三系底界1753米，下第三系揭露厚度1447米，为一套红色砂、泥岩层，说明沈丘凹陷下第三系缺乏生油条件。

周参2井和周参3井的确定。北部凹陷带的鹿邑凹陷面积大，沉积岩厚度大，基岩最大

埋深10000米，为南断北超的蚌壳状凹陷，深凹陷的构造形态简单，没有明显的局部构造。若井位定在南部深凹陷部位，则揭露下第三系地层较少，而定在斜坡部位可揭露较厚的下第三系，但担心距离沉积中心远而不能起到定凹作用，最后井位定在斜坡向深凹陷的过渡地带，完钻井深3208米。上第三系底界1116米，揭露下第三系厚2092米，仍是一套红色砂、泥岩层。但从地震剖面分析，周参2井以下仍有较厚的下第三系未揭露，为了了解以下地层，在鹿邑凹陷西边缘高部位的代集构造上钻探了周参3井可与周参2井的下第三系组成一个较完整的地层剖面。该井上第三系底界1392米，完井深度2443米，揭露下第三系厚1051米，也是一套红色地层。

周参4井的确定。石油地球物理勘探局第二指挥部（以下简称"二指"）的地震工作，在鹿邑凹陷南界大断层的下降盘上，发现了一个牵引性质的汲水集断鼻构造，认为在鹿邑凹陷深部位若有生油层，汲水集构造应是有利的油气聚集地区，决定钻探周参4井。该井上第三系底界1017米，下第三系底界2641米，以下穿过大断层进入郸城凸起的花岗岩基底，完井深度2709米，未见油气显示。

周参5井的确定。中部凹陷带南部为新桥凹陷，地震反射层比较丰富，连续性好，类似我国东部一些生油凹陷的地震反射特征，在该凹陷内布署了周参5井。1975年7月21日开钻，当钻达井深2046米，刚进入下第三系地层时，由于暴发洪水而被迫停钻。

周口坳陷的几个主要凹陷打了5口井，下第三系未发现生油地层，此时东濮凹陷濮参1井喷油，需增加钻井队伍，这台钻机就运往东濮，周口坳陷的勘探暂告一段落。

3.东濮凹陷濮参1井获得重大突破

1972年10月15日至1973年1月17日，在东营和北京召开的石油勘探会议上。两次听取了南阳石油勘探指挥部的汇报，研究了"四五"后三年河南石油勘探的初步规划和1973年的工作安排，并形成了会议纪要，纪要指出："河南省境内开封、临清、周口坳陷第三系沉积岩厚度大，是个很有希望的含油远景地区，是我国近期石油勘探的后备战场之一。""'四五'后三年主要是搞勘探，一方面连续搞清南阳凹陷的含油气面积和储量，另一方面甩开钻探周口、开封坳陷，在两年内争取获得较大的勘探成果。"在"四五"后三年的部署中写到："甩开钻探周口、临清、开封坳陷，布井25口，进尺6.5万米。"

根据这次会议精神，油田地质大队积极开展了区域地质研究工作，1973年底区域组的同志，根据收集到的资料，认为在临清坳陷中，东濮凹陷可能是最有利的地区，主要有两条根据：第一，胜利油田以往钻探的东参2井沙河街组一段见到205米暗色泥岩，沙三段123米厚的暗色泥岩；第二，凹陷为北东方向属于渤海湾盆地的一部分，可能与本区的一些凹陷有类似的地质条件。但当时只有重力图，没有地震资料，对凹陷内部的地质结构不了解，无法确定具体井位。同时东濮距南阳油田基地较远，指挥部成立不久，力量薄弱，在钻探周口的同时，再钻探东濮，力量不足，未能很快进行钻探。所以，建议尽快安排物探局进行地震勘探。

1974年秋，物探局二指在东濮凹陷北部部署了地震工作，11月份作出了2条东西向的地震大剖面，发现了隆起幅度和范围很大的中央隆起带，12月份作出了5条东西向大剖面，在每条大剖面上都有明显的隆起显示，说明隆起带南北延伸较长，很象规模小一些的"大庆"长垣，上钻机的条件已经成熟。1974年12月30日油田的地质人员向油田领导作了汇报，一致同意尽快钻探。

1975年4月份物探局二指作出了东濮凹陷北部沙一段底的连片构造图，濮阳中央隆起

带南北长 40 千米，东西宽 5～8 千米，构造带中部的文留构造图闭合面积 80 平方千米，幅度 150～300 米。北部的卫城构造面积 24 平方千米、南部的梁庄构造面积 30 平方千米，构造面貌喜人，是寻找大油气田的有利地区。

1975 年 5 月份石油工业部确定勘探部署的原则是：从东濮凹陷北部全面着眼，以解决濮阳中央构造带为重点，按"三稀"方针，整体解剖，统一部署。共布署 7 口井，组成一个十字大剖面，东西向 5 口为文留构造的东高点、西高点、顶部复杂带各 1 口，东濮大断层下侧的白庙构造和西部斜坡胡状集构造各 1 口。北部的卫城构造高点 1 口，南部的梁庄构造 1 口。第一批 3 口井为文留构造东西高点各 1 口，卫城构造 1 口，并确定了这 3 口井的具体井位，第一口濮参 1 井打在文留东高点上。部署 3 台钻机，要求第一台钻机 7 月 1 日开钻，另两台钻机由石油工业部调拨，要求 8 月 1 日开钻。1975～1976 年地震工作年度，布署 4—5 个地震队，为进一步拿下濮阳作好准备。

根据上述精神，油田研究决定，3282 钻井队在南阳凹陷张店构造正钻龙 10 井，提前完钻，于 6 月 8 日完井，并很快搬到了濮阳。

濮参 1 井 7 月 25 日开钻，所钻地层为上第三系底 1590 米，下第三系东营组底 2130 米，沙一段底 2524 米。在录井当中 2578～2606 米井段，见到 3 层 7 米油斑砂岩，3 层 9 米微含油—含油砂岩。9 月 7 日 15 点 05 分钻至井深 2594 米，泥浆槽面见到油花气泡，并逐渐增多，油花气泡布满了槽面，17 点 44 分钻到井深 2607 米时井漏严重，停止钻进，泥浆相对密度由 1.36～1.40 下降到 1.14，粘度由 50～60 秒上升到 200 秒，泥浆严重地油气浸。7 日 17 点 44 分至 8 日 8 点 30 分转为井喷，每隔 15～30 分喷一次，每次喷 4～5 分钟，喷高 4～5 米。井喷后石油工业部和河南油田领导连夜赶到现场，研究措施。为了减轻喷势，8 日 8 点 40 分始起出 4 根钻杆，使钻头离开油层位置，起至井深 2579.5 米，8 日 16 点以后恢复喷势，每 20～30 分钟喷一次，每次 4～10 分钟，喷高 5～11 米，并带出大量砂子、砾石、水泥块，最大的长 20 厘米，宽 15 厘米，重 1～2 公斤。9 月 9 日由于井喷坍塌卡钻，活动开后提钻至井深 2234.6 米。9 月 11 日第二次卡死，很难处理，于是拉开约 100 米重打一口新濮参 1 井。

对喷出的原油性质分析，相对密度 0.8528，50℃ 的粘度 4.23 毫帕秒，胶质沥青质 11.75%，含蜡 20.57%，含硫 0.42%，油质比较好。

濮参 1 井虽然井喷报废了，但它宣告了东濮（中原）油田的诞生。

南阳石油勘探指挥部当时有 9 台钻机，东濮很快上到了 3 台钻机，重点对濮阳构造带进行钻探。之后，石油工业部决定由胜利油田和南阳指挥部共同组成了东濮石油会战指挥部，全面开展东濮凹陷勘探工作。

1975 年 10 月根据地质条件分析，对东濮油田的前景作了预测，预测资源储量约十几亿吨。

三、1975～1979 年，重点勘探泌阳凹陷，并建成生产能力

1.泌阳凹陷的发现及开展勘探工作的决定

1971 年，江汉石油学院的教师，曾在南阳凹陷作过一段时间地质研究工作，他们向在南阳凹陷进行勘探工作的"五七"油田十三团地质连的同志提出：南阳凹陷重力图向东有个敞口，请今后工作注意。1973 年，河南省地质局重力二队，在唐河和泌阳县城之间开展重力测量，他们请求南阳石油勘探指挥部作两条地震剖面，以验证基底深度的解释，此事引起了石油勘探指挥部地质负责同志的重视，重力图向东敞口，有可能发现一个新凹陷。1974 年 3

月，重力工作完成后，石油勘探指挥部地质大队的同志，从南阳十二地质队及时收集到了泌阳凹陷的重力图，重力图明显地表明，泌阳、唐河县城之间，为一南陡北缓的凹陷（重力队称为平氏凹陷），和南阳凹陷相邻，形态类似，应该是一个很有希望的勘探地区，油田立即提出了尽快开展泌阳凹陷勘探工作的建议，得到了石油工业部的同意。

1974年5月，地质大队的同志从第十二地质队处获悉，老乡报矿，在泌阳凹陷南缘桐柏山脚下的栗园发现油苗。地质人员很快落实了情况和采样，并作了化验分析，确认为沥青质原油。油苗的发现，提示了在泌阳凹陷找油的良好前景。

2.泌阳凹陷的定凹

1974年10月，在泌阳凹陷安排了2个地震队进行工作。箕状凹陷的特点，一般靠近边界大断层一侧的深凹陷是最有利的地区，深凹陷内，往往存在着中央隆起带，中央隆起带一般含油比较丰富，也容易突破。根据这一指导思想，将有限的地震测线布署在南部深凹陷区，而未按大剖面普查的方法布署。特别是前两条测线，布署在根据重力图推测可能存在的中央隆起带中部（安棚地区），两条测线果然发现深凹陷中有隆起显示，由于急于揭开泌阳凹陷的秘密，就确定了第一口探井泌1井的井位。

泌1井于1975年3月13日开钻，8月18日完井，井深2744米，在井深500米以下为下第三系，是连续的暗色泥岩地层，且尚未钻穿。化验分析结果，生油指标很好，解决了定凹问题。同时也见到一些油气显示，完井试油，获得日产300多公升的少量油流。

3.双河油田的发现

1975年第一个地震年度工作之后，根据240千米的测线，作出了泌阳凹陷的第一张构造图，对凹陷主体部位的构造形态有了初步的认识，在深凹陷中部，发现了安棚、周岗(今赵凹油田西南部)、双河镇三个构造显示，当时认为，它们可能是凹陷的中央隆起带。根据这张初步的构造图，部署了控制泌阳凹陷的第一批6口探井（泌2井—泌7井），在所谓的中央隆起带上部署了泌2井（安棚）、泌3井（周岗）、泌4井（双河）3口井，在北部斜坡的两个鼻状构造显示上，部署了泌5井（古城）、泌6井（毕店）2口井，在东部陡阶带的老高店部署了泌7井（后改在下二门）。

泌4井1975年11月26日开钻，1976年2月29日完井，5月1日开始试油，5月16日试第三层1612～1628.4米，油水同层2层16米，抽汲日产油20.2吨，水32立方米。5月20日试第四层1442.6～1500米，油层2层48.8米，抽汲日产油116.7吨，获得了高产油流，发现了双河油田。之后，很快钻探了第一批控制含油面积的探井。双河油田油层厚、物性好、产量高、埋藏浅、储量大，为全面开发和石油会战创造了条件。

4.江河及下二门油田的发现

双河油田发现后，相继打的几口探井发现储集层厚度很大，而且多为砂砾岩层，说明是近物源沉积。双河油田以北钻探的泌6井，砂层少而薄。据此预测，双河油田以北可能有砂岩上倾尖灭型的油藏存在，1976年10月份，在双河和毕店之间定了2口探井（江河油田东半部），以探明砂岩上倾尖灭油藏之存在，由于当时钻机少，未能及时钻探。

双河油田发现后，除向北扩大勘探的设想和部署外，也开始研究是否可越过双河油田西界断层，向西扩大勘探的可行性。

1977年3月份，石油工业部要求河南油田上报开发建设100万吨生产能力的部署方案，并初步设想开发双河、魏岗、张店三个油田，其中张店安排15万吨。油田认为：张店油田单井产量低，井比较深，提出用江河代替张店，江河虽无一口探井，但根据地质条件分

析，含油希望较大，随后很快就在江河鼻状构造上钻探了泌42井。

泌42井1977年4月10日开钻，6月29日完井，7月24日试油，在井段2366.2～2384.2米，油层10层厚10.6米，抽汲日产油31.4吨，9月16日在井段1951～2384米，全井合试，21层51.6米，畅喷日产油225吨。发现了江河油田。

为解决泌42井的油藏类型，在双河和泌42井之间的低部位钻探了泌28井，发现了很厚的油层。1977年11月2日，射开1703.3～2234.2米井段，油层20层厚101.8米，油套管畅喷日产油902吨，是泌阳凹陷产量最高的一口井。泌28井的发现，说明江河油田属岩性油藏，并将双河、江河油田连片。在江河地区，按岩性油藏的特点，整体部署了30口探井，很快控制了含油面积，把当时的年产量提高到了200万吨以上。

下二门油田的发现。1975年部署的第一批6口探井中，在南部大断层下侧老高店的泌7井，由于地震资料少，构造不落实，而未上钻机。根据1976～1977年年度的地震构造图，1977年上半年将泌7井改定在下二门背斜构造上，泌7井于1977年10月26日开钻，12月3日完井，12月26日试油，射开1061.8～1704.4米，油层14层92.2米，畅喷日产油353吨，水59.7立方米，发现了下二门油田。

5.开发建设魏岗、双河、江河、下二门油田

1977年4月国家计委，经委批复了"关于组织河南省魏岗、双河镇油田会战的报告"，以河南石油勘探指挥部和江汉石油管理局为主，组成河南石油会战指挥部，于5月1日开始会战，共组织了45个钻井队，16个试油队和相应的油建施工队伍，自1977年5月1日至1979年，连续组织了抢建产能的四个战役及77-1（77口井，日注1万立方米）、62-6（62口井分注合格率达到60%）两个注水会战，建成了魏岗、双河（包括江河）、下二门三个油田，配套建成生产能力220万吨，并铺设了一条江河—魏岗—荆门长度为269.7千米，管径426毫米的长输管线，并建成了一个年处理能力10万吨的小型炼油厂，形成了一个初具规模的石油基地。

四、1980～1983年，全面开展河南中小型盆地的侦察

河南省的面积16.7万平方千米，沉积岩面积约8万多平方千米，面积大于500平方千米的沉积盆地12个，包括:周口坳陷(3.2万平方千米)、临清和开封坳陷（包括东濮及中牟凹陷1.3万平方千米）、南襄盆地（包括南阳、泌阳凹陷及湖北省境内的枣阳、襄阳凹陷，面积1.7万平方千米）、济源盆地（2800平方千米），洛阳盆地（4300平方千米）、三门峡盆地(3100平方千米)、临汝盆地（1500平方千米）、信阳盆地(7000平方千米)、板桥盆地（500平方千米）、伊川盆地（800平方千米）、西峡盆地(580平方千米)，勘探领域比较广阔。

为搞好盆地及区域的接替，为泌阳之后准备新的勘探地区，在泌阳会战的同时，已抽少部分力量，特别是地震队伍，开展新区的侦察。1979年在泌阳凹陷勘探及产能建设会战结束后，抽调了较多的力量全面开展河南中小盆地的侦察工作。在全部22台钻机中，8台钻机继续完成油田开发井网任务，6台钻机参加东濮勘探会战，抽调了7～8台钻机，开展新盆地的勘探。

1980～1983年，先后侦察了中牟凹陷、民权凹陷、济源盆地、洛阳盆地、三门峡盆地、周口坳陷中的襄城凹陷、舞阳凹陷、谭庄凹陷、鹿邑凹陷、汝南凹陷，共侦察了10个盆地或凹陷。主要是在地震普查或大剖面的基础上钻参数井寻找中、新生代的生油凹陷，以定凹为主要目的。在这一阶段中，发现了舞阳、襄城、谭庄三个第三系生油凹陷，济源盆地中生界有一定生油条件，汝南青白口系见到较厚的生油地层，对河南中小盆地有了较全面的

了解，对河南石油地质条件有了进一步的认识。

这个阶段实际上是区域性的普查，寻找新的战场，从勘探成果上衡量，处于勘探低潮，只是在泌阳凹陷的继续勘探中发现了储量较小的赵凹油田，在东濮会战中发现了马厂油田。

五、1984～1987年重点进行泌阳、南阳凹陷的二次勘探，开展周口坳陷中生界的侦察

为什么要开展泌阳、南阳凹陷的二次勘探？

第一、首先是外围新区的勘探，没有形成有利的重点勘探地区，虽然襄城、舞阳凹陷见到了生油层及油气显示，但经过初步勘探，地质条件比较复杂，勘探对象很可能主要是小型岩性油藏，在当时的技术条件下，预计投入工作量较大，效益可能较差。周口坳陷石炭、二叠系是寻找煤成气的有利目的层系，但需要长期探索，尚不能形成重点地区。济源中生界虽有一定生油条件，但生储油条件属中等偏下，目的层较深，而且距油田基地较远（约400千米），而距中原油田较近，以后石油工业部明确划归中原油田勘探范围。

第二、泌阳凹陷勘探工作停顿了几年，但加强了地质研究工作，与武汉地质学院石油系合作，对生油岩和资源量作了较深入的研究，在原资源量为1.2亿吨的基础上，重新评价认为可达2.5亿吨以上，当时找到的储量还不多，所以泌阳凹陷勘探潜力仍然较大。

第三、1983年4月份，中国石油学会在杨州召开了全国第一届隐蔽油藏学术讨论会，会议上许多同志认为，世界上许多含油气盆地中，隐蔽油藏占储量的比重很大，在高成熟盆地中、后期的勘探中，隐蔽油藏取得了许多重要成果。河南油田的同志认为泌阳凹陷只是进行了前期的勘探工作，其地质条件是构造很不发育，应进一步寻找非背斜油气藏。会后，研究了开展二次勘探的初步方案，并部分开始实施。1983年11月份在全国勘探会议上，胜利油田和辽河油田介绍了第三系断陷盆地“复式油气区”的勘探实践和经验，进一步得到启发，开阔了视野，并坚定了在南阳、泌阳凹陷开展二次勘探的信心。确定泌阳凹陷为重点勘探地区，同时也开展了南阳凹陷的二次勘探，首先作数字地震的精细勘探，对周口坳陷继续战略侦察。

根据对地质条件的分析，泌阳凹陷内确定五个有利的勘探地区：①东南部深凹陷地区，以寻找岩性油气藏和白云岩油气藏为主；②凹陷东北部候庄砂体前缘带，寻找岩性油藏和断层遮挡油藏；③凹陷西侧，寻找岩性、断块及不整合油藏；④凹陷北部斜坡，寻找断块及不整合油藏；⑤凹陷南部断阶带，以寻找断鼻和山腹[1]油藏为主。

这个阶段的勘探工作，取得了较好的勘探成果：

1）发现了安棚油田。根据砂体分布规律，地震地层学分析，赵凹油田的地质综合研究，推测在安棚以南有自南而北的杨桥砂体分布，与安棚鼻状隆起相配合，有形成岩性上倾尖灭油藏的地质条件。1984年3～6月份，布置了泌70、73、98三口探井，钻探后均发现了油层，油层厚10.6～18.4米，试油日产15.7～57.1吨，从而发现了安棚油田。

2）发现了井楼油田。根据长桥砂体的分布，结合构造背景，推测在井楼一带可能存在上倾尖灭油藏，同时，根据地震资料的研究，在井楼地区有小型背斜构造的存在，1985年在该区布置了泌110、109、108三口探井，钻探结果，发现了浅层稠油油层，从而发现了井楼油田。

3）发现了古城油田。北部斜坡的地震勘探，发现了古城鼻状隆起，该区不缺乏储集层

[1] 山腹油藏是指凹陷南缘大断裂面上，由于断面不平整或次级断阶所形成的小凸起，并被核桃园组超覆，形成的“新生古储”型油藏。

于1986年4月4日钻探了泌124井，发现了较厚的浅层稠油油藏。

4）发现了北部斜坡新庄、杨楼、付湾等多个含油区块，展现了北部斜坡可能是面积较大的浅层稠油油层分布的良好前景。

5）在候庄砂体前缘带，泌118井现了稀油岩性油藏。

6）在凹陷中心部位，泌103井和云2井，获得了白云岩缝洞油藏类型的工业油流。

泌阳凹陷的二次勘探，使泌阳凹陷出现了第二次勘探高潮，取得了较好的勘探成果，同时也加深和丰富了对断陷小盆地石油地质规律的认识。

周口坳陷中生界的勘探，发现了较厚的生油层，并在两口井上见到少量油流，三口井见良好天然气显示，但地质条件比较复杂，正在作进一步的研究和勘探工作。

近二十年来的河南中、小盆地油、气勘探，取得了丰硕的成果，发现了一批油田，建成了初具规模的石油基地。从河南石油勘探局的勘探工作来看，经多年实践，主要取得了以下几点经验：

1.树立中、小盆地找油的信心，对成油地质条件良好的盆地，要加强勘探工作

生油岩的发育程度及其有机质丰度是中、小型沉积盆地含油远景好坏的主要决定因素。河南石油地质的显著特点是中、小型盆地多，目的层系多，盆地分割性强，构造较复杂。如何认识这些中、小盆地成油地质条件，是搞好河南石油勘探首要问题。

通过我们多年的实践结合国内、外的勘探情况表明，中、小型盆地也能找到较富集的油田。如美国的洛杉矶盆地，我国的大民屯凹陷和东营凹陷等。南阳凹陷和泌阳凹陷也找到较富集的油田，特别是泌阳凹陷有效勘探面积只有800平方千米，一共发现了8个油田，成为河南石油勘探局生产原油的主力。虽然该凹陷面积较小，但下第三系沉积厚度大（最厚约7000米），生油岩厚度最大为2000米左右，有机质丰度高，各项指标表明属好的生油岩（第四章第四节），具良好的成油物质基础。自重力图发现凹陷及落实油苗后，我们加强了该凹陷的勘探工作，使泌阳凹陷成为我国较典型的“小而肥”含油盆地之一。

2.坚持区域勘探，充分应用前人的各种资料，针对中、小盆地面积较小的特点“定凹、定带”，以尽快地形成重点勘探地区，提高勘探效率

中、小盆地找油的首要问题是明确有无生油条件，即定凹。河南省的盆地大部分勘探程度比较低，无地震资料。我们的作法是：充分利用重力资料，根据盆地的结构及所相应沉积分布特征（单断式箕状盆地，深凹陷偏向边界主断层一侧；双断式断陷盆地，深凹陷多在凹陷中部），部署少量地震控制剖面，提供参数井井位，解决生油条件问题，选择有利地区，较快地见到效果。如1972～1975年期间，5口参数井基本完成周口坳陷的鹿邑、沈丘、新桥三个凹陷下第三系的定凹；以1口参数井（泌参1井）完成泌阳凹陷的定凹，发现下第三系1500多米的良好生油层；以1口参数井（濮参1井）完成濮阳凹陷进一步定凹及兼探有利的文留构造，发现了含油构造，使泌阳凹陷和东濮凹陷成为勘探的重点地区。

在上述工作基础上，对有利凹陷做好“定带”的工作，发挥地震先行的作用，将有限的地震队伍安排在有利生油深凹陷周缘地区，较快查明有利构造形态和高点位置，使预探井布得合理，加速油田发现，如泌阳凹陷发现的油田大多数是第一口预探井见油层。

3.结合各个勘探阶段，加强综合研究，不断深化油气资源评价工作，尽快采用先进技术，以提高勘探效果

资源评价研究工作，是油气勘探的重要环节之一，只有做好勘探远景评价，才能坚定找油信心。泌阳凹陷就是随勘探工作的不断深入，反复做好这项研究工作，对促进该凹陷的深

入勘探起了很大作用。1980年泌阳凹陷预测资源量为1.24亿吨，而当时找到的储量还不多，有人认为剩余资源量不多，勘探前景不大。1984年河南石油勘探局与石油工业部勘探开发科学研究院和武汉地质学院合作研究，用六种不同的方法计算，比较一致的结果是2.5～3.6亿吨。

另外，近几年来我们在勘探工作中采用了各种先进技术，逐步开展了多兵种、多种技术的综合勘探。如高精度航磁、高精度重力、水化学勘探、数字地震、地震资料特殊处理、三维地震、数字测井、地层倾角测井、中途测试、科学打井、油层改造等新技术，依靠技术进步提高了勘探水平。同时，根据地质情况，大搞横向联合，外雇了三维地震队、钻井队及测井队，泌阳凹陷北坡雇用浅钻进行勘探，提高了速度，节约了成本，取得较好的勘探效益。

4.解放思想，勇于探索，不断开辟新地区、新层系及新领域，才能不断有新的发现

回顾近20年来的勘探工作，都是坚持立足南阳、着眼河南的勘探方针、坚持区域勘探、向“三新”不断探索的过程。

为了了解区域地质情况，从1972年起成立了区域地质研究组，长期坚持收集和研究区域地质资料，他们跑遍了省内及邻省的有关单位，收集了大量的石油地质资料，并结合这些资料进一步的分析研究，不断评价选择有利地区，指出勘探方向。如1972年首先选择周口坳陷进行勘探，打了5口探井，因在下第三系未见到生油层而暂停。1974年选择了东濮和泌阳二个凹陷为突破口，1975年9月7日濮参1井喷油，发现了文留油田；1975年7月泌1井发现很厚的生油层及油气显示，1976年泌4井出油，发现了双河油田，两个突破口均获成功。1977～1984年先后勘探了三门峡、洛阳、信阳等12个新区，虽然未发现新油田，但基本上对这些新区石油地质特征有所了解，为今后的勘探打下基础。1985年开始，我们开展了周口坳陷的上古生界煤成气和下白垩统的勘探，三口井见天然气显示，两口井见少量原油，开辟了新的勘探领域。

第三章　区域地质概况

河南省面积为16.7万平方千米，地质构造位置横跨华北地台（属中朝准地台南端）、秦岭褶皱带两个性质不同的大地构造单元，两者之间以卢氏—确山—肥中大断裂为界（北西向）（图3–1）。华北地台的部分位于该断裂以北，约占全省五分之三的面积，其本身又以太行～武陵大断裂为界，成分东、西两个次级构造单元，西部为豫西断隆，属南华北地台西部稳定上升区一部分，以济源—黄口深断裂与山西断隆相接，为华北地台基岩出露区；东部向东延伸至安徽省内郯卢断裂为界，为豫东沉降区属南华北盆地向东延伸部分。其北部济源—黄口断裂以北，囊括了部分渤海盆地临清坳陷的南端，主要有濮阳、前梨园、葛岗集三个凹陷；秦岭褶皱带位于卢氏—确山—肥中大断裂以南，属昆仑—秦岭地槽区的东段，以印支期褶皱带为主。从总体上，秦岭褶皱系是华北地台与扬子准地台之间自肠状地槽。两大构造单元具有明显不同的地质发展史，华北地台早元古代末期形成后，经历了兴凯、加里东、华力西三个大的构造运动旋回，从下到上接受了一套海相碳酸盐岩—海陆交互相（煤系地层）—

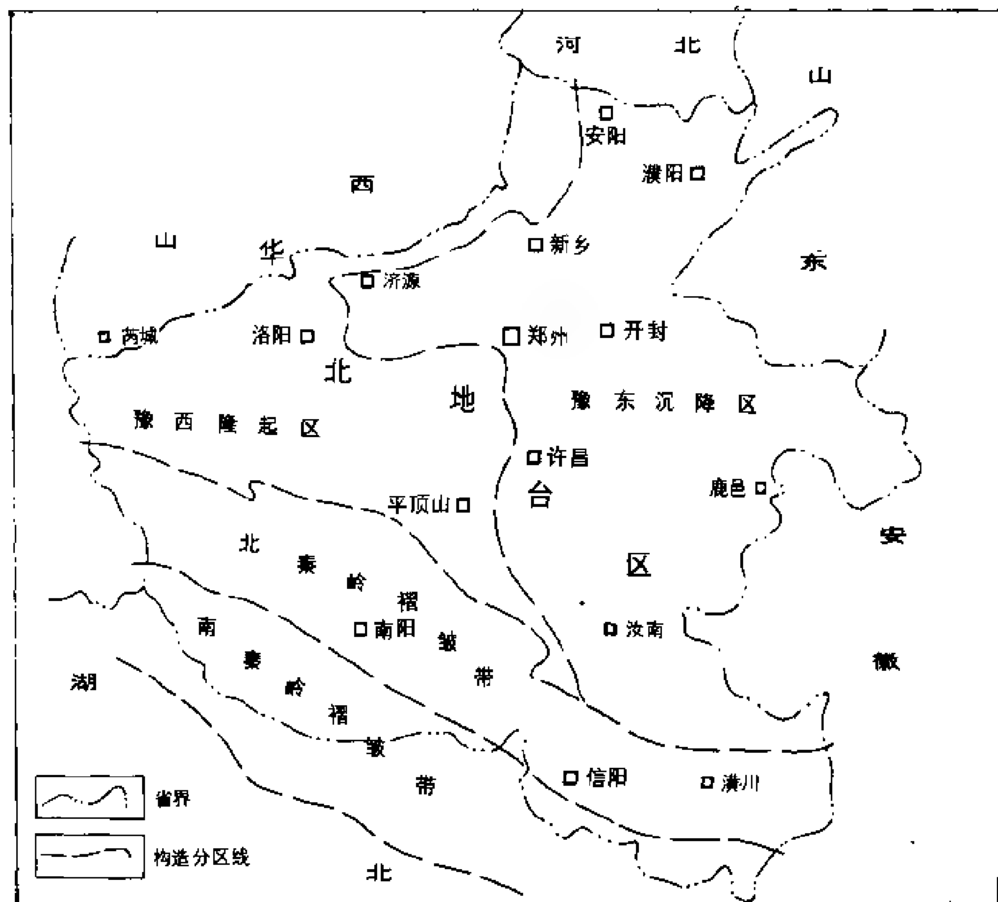


图3–1　河南省构造分区图

陆相碎屑岩的古生代地台型沉积盖层，为河南省勘探煤成气的主要目的层。

秦岭褶皱带在此期间接受了以复理式沉积为主要特征的冒地槽型的建造。中、新生代阶段，河南省与中国东部一样，受到滨太平洋和特提斯喜马拉雅构造域的控制，印支、燕山期的构造运动，打破了古生代亚洲构造域所形成的构造格局，三叠纪秦岭地槽关闭，华北地台与扬子准地台连成一体，在古生界和前古生界老基底上整个陆地产生裂陷，形成了中生代沉积盆地（济源、中牟、太康、沈丘、鹿邑一带），接受了内陆湖相、沼泽相成煤建造，生油有利，为勘探目的层之一。白垩纪末—第三纪的喜马拉雅构造运动，加剧了新、老断层的活动，主要表现为张性及张剪性为主，对老构造格局进一步改造，使得本阶段成为断陷盆地形成、发展的主要时期。全省共形成了 26 个以箕状断陷为主要特征的中、新生代沉积盆地，每个凹陷为独立沉积单元，形成较厚内陆湖相沉积建造。有些凹陷下第三系形成良好生、储、盖组合，如泌阳、南阳、东濮、葛岗集、舞阳、襄城等凹陷，并于东濮、葛岗集、前梨园、南阳、泌阳凹陷发现了油田，成为石油勘探开发主要目的层。

根据河南省构造单元，本章基本上分华北和秦岭两大区（秦岭又以西峡—桐柏—商城一线为界分南、北区，南秦岭地质特征相似于扬子地台），对本省地层、构造特征作进一步描述。

第一节 地　　层

一、太古界（Ar）—下元古界（Pt_1）

太古界：主要分布于滦川—确山—肥中大断层以北，下元古界两个区均有分布，主要出露在豫西断隆，统称为“下录岩带”，岩石变质深，均混合岩化，为变质岩基底。

太古界（Ar）主要出露区：登封群（Ard）分布于林县、辉县、济源。

太华群（Art）分布于灵宝、洛宁、滦川。

大别群（Ardb）分布于商城、大别山。

主要岩性：黑云斜长片麻岩、角闪长片麻岩、绿泥角闪岩、石英片岩、大理岩。厚度为 3500～6008 米。

下元古界（Pt_1）与下伏层呈不整合关系。

华北区主要出露区：嵩山群（罗汉组、五指岭组、庙坡山组、花峪组），分布于临汝、济源、登封、密县、禹县。主要岩性为厚—巨厚中、细粒、粗粒石英岩、绢云石英片岩。厚度为 2000～3400 米。

秦岭区主要出露：秦岭群（Pt_1Q）（郭庄组、雁岭沟组、宽坪组、陶沟组、回龙寺组），分布于西峡、南召、镇平、内乡、桐柏、商城。

主要岩性：二云石英片岩、斜长角闪片岩、云母大理岩、大理岩。厚度大于 10000 米。

二、中元古界（Pt_2）

变质程度比下伏层差，混合岩化不明显，统称为“上绿岩带”，与下伏地层呈角度不整合，两大区均有出露。华北区内属地台型最古老的沉积盖层。

华北区中元古界可分三个群：

下部　：熊耳群包括大古石、许山、鸡蛋坪、马家河组，主要分布于熊耳山区一带，滦川—确山大断层北部。主要岩性：紫色、黑绿、灰黑等各种颜色安山玢岩、枕状安山玢岩及流纹斑岩、英安斑岩。厚度：4107～6363 米。

中部：汝阳群（Pt_2r）包括兵马沟、云梦山、白草坪、北大尖组，分布于豫西、豫北及舞阳地区。主要岩性：紫红色砾岩、砂砾岩、含砾砂岩及页岩，夹海绿石砂岩。厚度为637～1079米。

上部：洛峪群（Pt_2l）包括崔庄、三教堂、洛峪口组，分布于陕渑、宜阳、登封、方城地区。主要岩性：杂色、灰绿、紫色页岩、钙质页岩与石英砂岩呈不等厚互层夹海绿石石英砂岩及鲕状赤铁矿。厚度为300～665米。

秦岭区：北秦岭中元古界因为岩性变化地层名称不一致，由北部内乡、西峡一带至南部桐柏—大别山一带（东南向）分布的地层为信阳群（Pt_2x）、二郎坪群（Pt_2e）和苏家河群（Pt_2s）。主要岩性：信阳群（包括龟山、南湾组），为绢云石英片岩、石英岩、斜长角闪片岩。厚度>2747米。二郎坪群（包括大庙、火神庙、小寨组），为变中酸性及细碧质凝灰岩、黑云硅质板岩、枕状细碧岩、黑云片岩。厚度为5726米。苏家河群（包括浒湾、定远组），为白云斜长片麻岩、云母片岩、斜长石英透辉岩。厚度为1541～7345米。

南秦岭：淅川、内乡、毛堂、南阳一带，毛堂群（Pt_2m）可划分姚营寨、马头山组。主要岩性：变质长石砂岩、变质砾岩、千枚岩、石英角斑质凝灰岩、熔岩、细碧岩及片岩。厚度为2473～4392米。

三、上元古界（震旦系）

华北区震旦系主要分布于豫西，根据1981年河南省1:50万地质图说明书，将震旦系自上而下分为三个组：黄连垛、董家及罗圈组。

黄连垛组分布于鲁山、叶县、方城、泌阳北部。

主要岩性：下部为砾岩、薄层石英砂岩；中部为厚层状硅质条带白云岩、夹薄层泥质白云岩；上部为条纹状燧石岩及角砾状砂质燧石岩。含微古植物：*Trematosphaeridium minutum* 小穴面球形藻，*Polyporata* sp. 多孔体（未定种）等，平行不整合于洛峪口组或平行不整合超覆于三教堂组之上。厚度为134～443米。

董家组分布于鲁山、叶县、方城、舞阳南部及西平、遂平一带。

主要岩性：下部为灰黄色砾岩、含砾砂岩、长石石英砂岩；中部为灰黄色石英砂岩、粉砂岩、页岩夹海绿石砂岩；上部为灰黄紫红色泥质白云岩、薄层泥灰岩。含微古植物：*Tremato sphaeridium* sp. 穴面球形藻（未定种）、*Polyporata* sp. 多孔体（未定种）等。厚度为10～177米。

罗圈组除嵩箕小区和渑池确山北部缺失外，豫西均有分布。主要岩性：为一套冰碛泥砂砾岩、含砂砾冰水沉积泥岩和页岩、上部为紫红、黄绿色页岩夹薄层含海绿石粉砂岩。含微古植物藻类12属17种、6个近似种，主要为：

Leipsophosphaera cf. infriata 古光球藻近似种，*Trachysphaeridium incrassatum* 厚缘粗面球形藻，*T.rugosum* 有褶粗面球形藻，*Taeniatum* 带藻属，*Lammarites antiguissmus* 古片藻，*Paleamorpha figurata*；花纹膜片藻等。

秦岭区震旦系分南北两区，南区震旦系为一套碎屑—碳酸岩建造，构成完整的海侵旋回，相似于杨子地台区的震旦系，但缺失下统冰碛层，厚度比南部小。

北秦岭区震旦系包括三岔口组、鱼库组，主要分布于卢氏八宝山、栾川、鱼库沟一带。

主要岩性：三岔口组为含碳钙质砾岩、含砾大理岩、含砾钙质片岩、石英大理岩。厚度为107～201米。发现一些微古植物　　具南方震旦系组合特点。有：*Lamiarites* sp. 片

藻，*Trematopshaeridium* 球形藻属，*Polyporata micropoross* 小孔多孔体，*Ligmua cf. punctulosum* 孔状植物碎片，*Taemiatumcrassum* 厚带藻，*Margminuscutarugora* 有褶厚缘小球藻。

鱼库组为厚层细粒石英白云石大理岩，方解石、白云石大理岩。厚度为 433～606 米。

南秦岭区震旦系包括陡山沱、灯影组，主要分布于淅川—内乡一带。

主要岩性：陡山沱组为千枚岩、片岩、不等粒石英砂岩、片理化砂岩夹少量大理岩。厚度为 439 米。灯影组为厚层粒状白云质大理岩、角砾状白云质大理岩、致密块状白云岩、含磷鲕状白云岩。厚度为 2399 米。

四、古生界（Pz）

古生界主要分布于华北地层区，与华北地台区一样，缺失奥陶系上统—石炭系下统，上古生界（石炭系中统—二叠系）分布面积广，达 4.84 万平方千米，为一套海—海陆交互相及沼泽相，含煤层系发育，厚度 400～1400 米，煤层厚 10～50 米，为我省主要气源岩。华北区古生界划分与对比全区统一，但秦岭褶皱带的古生界沉积特点与华北地台型相比，差别较大，属于较活动的冒地槽复理式沉积类型，与我国南方地层发育特征相似，因此地层划分及组的名称有所不同，对比关系见下表（表 3-1），主要岩性组合特征见综合柱状图（图 3-2）。

1.寒武系（∈）

华北区寒武系纵向上可划分三个统九个组或阶，南厚北薄，不整合于震旦系罗圈组之上。

(1) 下统（$∈_1$）　主要为辛集组、朱砂洞组、馒头组。

1) 辛集组（$∈_1x$）主要岩性：北部为紫红、暗红色石英砂岩、砂砾岩、页岩、砂质页岩，局部夹磷矿层；南部为含磷灰绿、灰黑、灰白色石英砂岩、白云质砂砾岩、粉砂岩夹白云岩及含磷层。厚度为 5～174 米。

产三叶虫：*Bergeroniellus* 朗氏虫属；腕足类及牙形石（临汝、叶县一带）：*Linevitus magnus* 大型线带螺，*Pelagiella fangchengensis* sp. nov. 方城似海螺新种；*Chancelloria* cf. *altanica* 阿尔泰开腔骨针相似种；*Anabarellaplana* 平阿纳巴螺；*Eodreparrodina magona gen.* et sp.nov. 神秘古镰齿新属、新种，*Henanella ensata gen.* et sp.nov. 剑形河齿形壳新属、新种，层位相当于滇东的筇竹寺组上部，淮南的猴家山组中、下部。

2) 朱砂洞组（$∈_1z$）：与辛集组为整合接触。

主要岩性：豹皮状灰岩、微晶灰岩、燧石团块白云质灰岩、白云岩、泥质条带灰岩、白云岩、泥质条带灰岩，底部为砂质灰岩，有些地区（如鲁山）下部含石膏矿层。厚度为 12～260 米。

产三叶虫：*Redlichia* 莱得利基虫，*Hsuaspis* 盾壳虫。

3) 馒头组（$∈_1m$）：与朱砂洞组呈整合接触。

主要岩性：紫红、黄绿色页岩、钙质页岩、灰黄色泥灰岩、泥质灰岩夹薄层灰岩。厚度为 32～215 米。

产三叶虫类 1 属 4 种、腕足类 2 属，主要有：*Redlichia chinensis walcott* 中华莱得利基虫，*R. manchuriensis* 东北莱得利基虫，*R.hobilis walcott* 著目莱得利基虫，*R. huixianensis Mong* 辉县莱得利基虫，可与山东标准剖面及整个华北相同层位对比。

(2) 中统（$∈_2$）：由下而上分三个阶。

地层				厚度(m)	颜色	岩性剖面	岩性简述	沉积相	古生物	主要分布区
界	系	统	阶							
中生界	三叠系	下统			11 5		黄绿色砂岩、紫红色砂质页岩			
古生界	二叠系	上统		470~1500	11 1 5 11 13 12		紫红色石英砂岩、砂质页岩、页岩及细砂岩	陆相、潮坪沼泽相	节木(未定种) 轮叶(未定种) 阿布蚌	华北地台
		下统		50~500	5 0 13 12 5 11 5		灰绿色石英砂岩、灰白色含砾砂岩、深灰色砂质页岩		三角织羊齿 阿布蚌 舌形贝	
	石炭系	上统		39~140	14 13		灰色细砂岩、石灰岩	海陆交互相	[illegible]股海扇	
		中统		10~87	0 14		灰白色铝土泥岩，灰色泥岩		凸腹楔羊齿 纺锤虫	
	泥盆系	上统		231~264	5 5		黄色石英砂岩、泥质砂岩、页岩		云南贝、弓石燕	秦岭褶皱带
		中统		350~640	10 5 11		紫红色泥灰岩、石灰岩、黄色页岩、紫红色石英砂岩		粗隔壁马基珊瑚、丛分珊瑚	
	志留系	下统		430~2000	5 10 5 8 5		黄绿色钙质页岩、砂质页岩，灰绿色生物礁灰岩、灰绿色玄武玢岩、石灰岩		獭头虫 单笔石 耙笔石 似髓星虫	
	奥陶系	中统		100~680	0		角砾状灰岩、白云质灰岩	浅海相	中华震旦角石 拟盘螺	全区
		下统		76~177	0		石灰白色石灰岩、白云质灰岩		小栉虫	
	寒武系	上统		90~450	14		灰白色白云岩、泥质白云岩及石灰岩		蝴蝶虫 抛物线园劳伦斯虫、锥形长山虫	
		中统		70~780	0 8 0 10		石灰岩、页岩、灰红色页岩、泥灰岩		盾壳虫 兰氏毕雷氏虫 小无肩虫	
		下统		50~650	5 0 10		黄绿色钙质页岩、泥灰岩、灰白色石灰岩、白云岩、暗红色石英砂岩、磷矿层		大型线带螺 盾壳虫 莱得利基虫	
上元古界	震旦系				8		冰碛砂砾岩			

注：本册凡岩性柱状图中颜色一栏用统一号表示：0－白、灰白，1－红、棕红，3－紫红色，5－黄、灰黄，8－绿、灰绿，9－褐、灰褐，11－紫色，12~13－深灰~灰黑，14－浅灰。

图 3-2 河南省古生界综合柱状图

表3－1 河南省古生界划分对比表

时代（系）	时代（统）	华北地台区		秦岭褶皱带	
二叠系		二叠系中、下统		侏罗系中统	第四系
二叠系	上统	石千峰组			
二叠系	上统	上石盒子组			
二叠系	下统	下石盒子组			
二叠系	下统	山西组			
石炭系	上统	太原组		双石头组	中－上统
石炭系	上统			杨小庄组	
石炭系	中统	本溪组		胡油坊组	
石炭系	中统			道人冲组	
石炭系	下统			杨山组	梁沟组
石炭系	下统			花园墙组	下集组
泥盆系	上统			上统	
泥盆系	中统			王冠沟组	
泥盆系	中统			白山沟组	
泥盆系	下统				
志留系	上统				
志留系	中统			张湾组	
志留系	下统			蛮子营组	
志留系	下统			蚱[illegible]组	
奥陶系	上统				
奥陶系	中统	峰峰组		中统	
奥陶系	中统	上马家沟组			
奥陶系	中统	下马家沟组			
奥陶系	下统			白龙庙组	
奥陶系	下统			铁仙沟组	
寒武系	上统	凤山组	上坝组上、下	上统	
寒武系	上统	长山阶（组）			
寒武系	上统	崮山阶	崮山阶		
寒武系	中统	张夏阶		中统	
寒武系	中统	徐庄阶			
寒武系	中统	毛庄阶			
寒武系	下统	馒头组		下统	
寒武系	下统	朱砂洞组	猴家山组		
寒武系	下统	辛集组			
震旦系		震旦系		震旦系	

1）毛庄阶（ϵ_2m）：与馒头组整合接触。

主要岩性：紫红、灰红色含云母片页岩、砂质页岩为主，夹泥灰岩、条带状灰岩，含海绿石砂岩、粉砂质页岩，顶部常为豆状或鲕状灰岩。厚度为22～197米。

产三叶虫类12属19种，腹足类1属，主要有：*Shangtungaspis* 盾壳虫，*Probowmania granosa* 瘤原波曼虫，*Chengchanaspis chengchanensis*（*sun*）称山盾壳虫，*Psilostracus mantoensis* 馒头裸壳虫，*Kunmingaspis angustilimbata Mong* 窄边昆明壳虫，*Probowmania dengfengensis Mong* 登封原波曼虫，*Metagraulus linruensis Mong* 临汝后野营虫，可建立一个化石带：山东盾壳虫带。可与山东标准剖面及整个华北区相同层位相对比。

2）徐庄阶（ϵ_2x）：与毛庄阶呈整合接触。

主要岩性：紫红、浅灰、灰绿等色砂岩、页岩，有时含云母片和海绿石，与石灰岩、泥质灰岩、鲕状灰岩互层。厚度为15～360米。

本阶化石丰富，产三叶虫类34属75种，腕足类11属13种，腹足类2属5种，主要有:*Bailiella lantenoisi* 兰氏毕雷氏虫，*Kochaspis hsuchuangensis* 徐庄柯赫氏虫，*Sunaspis* 盾壳虫，*Poriagraulos* 野营虫，*Honanaspis honanensis* 河南河南盾壳虫，*Inouyops titiana* 泰山那似井上虫，*Inouyia capax* 宽井上虫，*Metagraulus* 野营虫，*Proasphiscus* 附楷虫，*Anomocanella miaogouensis* 庙沟小无肩虫，*Honania lata* 宽河南虫，*Porilorenzella dajiagouensis Mong* 大贾沟毛孔劳伦斯虫，*Tengfengia latilimbata* 宽边登封虫，*Wuania* 武安虫，从上至下可建立四个化石带：①*Kochaspis hsuchuangensis* 徐庄柯赫氏虫带；②*Sunaspis* 孙氏盾壳虫带；③*Poriagraulus abrota* 娇弱毛孔野营虫带；④*Bailiella* 毕雷氏虫带。可与山东标准剖面及整个华北相同层位对比。

3）张夏阶（ϵ_2z）：与徐庄阶整合接触。

主要岩性：灰黑色、青灰色厚—巨层石灰岩、白云质灰岩、白云岩夹微晶灰岩、泥质条带或竹叶状石灰岩。普遍以鲕（豆）状结构为特征。厚度为49～237米。

含化石丰富，产三叶虫类29属60种，腕足类2属3种，腹足类1属。主要有：*Anomocanella* 小无肩虫，*Crepicephalina* 小裂头虫，*Dorypyge richthofeni* 李氏叉尾虫，*Liaoyongaspis henanensis Mong* 河南辽阳虫，*Lioparella walcott* 华氏小光颊虫，*Taitzuia* 太子虫，*Grandioculas pingdingshanensis Mong* 平顶山大尾虫，*Inouyellayiyangensis* 宜阳小井上虫，*Peishania parallela* 平行北山虫，*Emmrichella theno walcott* 胺诺伊姆李希虫，*Psilaspis manchuri-ensis* 东北裸甲虫，自下而上建立三个化石带：①*Crepicephalina* 小裂虫带；②*Taitzuia* 太子虫带；③*Damesella* 德氏虫带。

(3) 上统（ϵ_3） 由下而上分为二个阶一个组，与下伏张夏阶呈整合接触。

1）崮山阶（ϵ_3g）：

主要岩性：白云质灰岩、白云岩或石灰岩夹条带状石灰岩、竹叶状石灰岩，部分具鲕状结构。厚度为27～277米。

化石较丰富，产三叶虫类27属75种，腕足类7属9种，腹足类2属2种，主要有：*Blackwelderia* 蝴蝶虫，*Cyclolorenzella parabola* 抛物线园劳伦斯虫，*Drepanura* 蝙蝠虫，*Monkaspis* 孟克虫，*Stephanocate richthofeni Monke* 李氏王冠虫，*Bergeronites kaipingensis Kuo* 开平县氏虫，从下而上建立两个化石带：①*Blackwelderia* 蝴蝶虫带；②*Drepanura* 蝙蝠虫带。可与山东标准剖面及整个华北相同层位对比。

2）长山阶（ϵ_3c）：与崮山阶整合接触。

主要岩性：灰黑、灰白色白云质灰岩、白云岩、泥质灰岩、泥质白云岩，顶部为灰白、灰黄色薄板状泥质白云岩。厚度为 38～64 米。

含化石丰富，产三叶虫 9 属 11 种，主要有：*Changshania conica* 锥形长山虫，*Chuangia* sp. 庄氏虫（未定种），*Iruingella* sp. 小伊尔文虫（未定种），*Kaolishania* sp. 高里山虫（未定种），*Kaolishaniella* sp. 小高里山虫（未定种），*Pseudosolenopleura* sp. 假沟肋虫（未定种），*Shirakiella* sp. 小素木虫（未定种），由下而上建立三个化石带：①*Chuangia sp.* 庄氏虫带；②*Changshania* 长山虫带；③*Kaolishania* sp. 高里山虫带，可与河北赵各庄剖面和整个华北相同层位对比，相当淮南地区的"上坝组"下段。

3）凤山组（ϵ_3f）：与长山阶呈整合接触。

主要岩性：灰黑、灰白色白云岩、白云质灰岩，中上部含燧石团块或条带。厚度为 31～119 米。含化石丰富，产三叶虫类 11 属 16 种，腕足类 3 属 5 种，主要有：*Calvinella* sp. 卡尔文虫（未定种），*Changia* 章氏虫，*Acrocephalina* sp. 小尖头虫（未定种），*Haniwa* sp. 埴轮虫（未定种），*Ptychaspis subglobosa* 亚球形褶盾虫，*Prosaukia* 原索克虫，*Saukia* 索克虫、*Shirakiella* sp. 小素木虫（未定种），*Tsinasniacanens* 发状济南虫，*Mansuyia sp.* 满苏虫（未定种），*Obolus* 园货虫，可与河北唐山赵各庄标准剖面及整个华北相同层位对比，相当淮南地区的"上坝组"上段。

秦岭区：寒武系主要分布淅川、内乡一带，与下伏震旦系呈平行不整合接触，分为三个统：

(1) 下统（ϵ_1）　分三个组，均为连续沉积。

主要岩性：下部（ϵ_1^1）为灰黑色硅质岩，杂色页岩，紫红色页岩、泥质灰岩，含磷鲕状灰岩透镜体。厚度为 30 米。

产：*Ichangia ichangensis* 宜昌宜昌虫，*Neocobboldia chinlinica* 秦岭新柯坡虫，可与峡东石牌组（滇东沧浪铺组中部）对比。

中部（ϵ_1^2）为灰、灰黑色泥质条带石灰岩与紫红色页岩互层。厚度为 34～127 米。产：*Palaeolenus tingi* 丁氏古油栉虫，*P. douvillei* 豆氏古油栉虫；*Kooteniayui* 俞氏库廷虫，*Redlichia noetlingi* 诺氏莱得利基虫，可与峡东天河板组（滇东沧浪铺组上部）对比。

上部（ϵ_1^3）为灰白色厚层含燧石团块白云岩、白云岩。厚度为 34～55 米。

本组未采到化石。

(2) 中统（ϵ_2）与下统呈整合接触

主要岩性：青灰、紫色石灰岩夹薄层泥质灰岩及紫红色钙质页岩，含燧石结核薄层泥质条带灰岩。厚度为 182～422 米。

含化石丰富，产三叶虫 10 属 15 种，主要有：*Damesella* sp. 德氏虫（未定种），*Dorypyge richthofeni* 李氏叉尾虫，*Crepicephalina* cf. *convexa* 拱曲小裂头虫（相似种），*Ptychopara* cf. *kochibei* 柯氏褶颊虫（相似种），*Erbia granulosa* 瘤点叶尔伯虫，*Solenoparia quadrata* 方沟颊虫，S. cf. *beroe* 女海神沟颊虫（相似种），*Mopania* cf. *striata* 线状磨盘虫（相似种），*Kootenia* 库廷虫，可与华北及峡东的中统对比。

(3) 上统（ϵ_3）　与中统呈整合接触

主要岩性：灰黑色白云质灰岩与纯石灰岩互层，薄层板状含泥质条带灰岩上部含燧石团块。厚度为 121～402 米。

含化石丰富，产三叶虫 12 属 15 种，主要有：*Ptychagnostus sinicus lu* 中华褶纹球接子，*Pseudognostus jeholensis* 热河假球接子，*P. cyclopygeformis* 园尾形假球接子，

Homagnostus hoi 何氏等称球接子，*Aspidagnostus acutifrons* 尖叶盾球接子，*Chuangia tawenkoensis* 大汶口庄氏虫，*Chuangiella elongata* 长小庄氏虫，*Coosia* sp. 库司虫（未定种），*Drepanura* sp. 蝙蝠虫（未定种），可与华北区上统和峡东三游洞群对比。

2.奥陶系

华北区奥陶系在太行山一带层位较全，下统—中统均有分布。中统分布较广，缺失上统；太行山、嵩箕、新安、渑池一带均有露头，独山、永城的芒山有零星分布，为一套浅海相碳酸盐岩沉积，中统与寒武系分布特征相反，表现为北厚南薄，说明海水由北向南侵入，与上寒武统呈整合或平行不整合关系。

秦岭区奥陶系的分布和本区的寒武系相同，二者为整合接触，缺失上统。

华北区：

(1) 下统（O_1） 主要岩性为灰白色厚层含燧石条带或团块白云岩、白云质灰岩、白云岩。厚度为 76～177 米。

(2) 中统（O_2） 由下而上分为三个组。

1) 下马家沟组（O_2x）：主要岩性：下部习称贾汪层，为浅黄色薄层泥灰岩、泥质灰岩、泥质白云岩夹粉砂质页岩、钙质页岩。上部（安徽称肖县组）为白云质灰岩、泥质白云质灰岩、白云岩夹泥质白云岩。厚度为 50～152 米。

产牙形石 20 属 26 种，主要有:*Cyrtoniodus flexuosus* 曲折弓牙形石，*Paltodusgracilis* 细长短矛牙形石，*Scolopodus cornutiformis* 角形尖牙形石，*S. flexilis* 弯曲尖牙形石，*S. nogami* 野上尖牙形石，*Tangshanodus tangshanodustangshanensis* 唐山唐山牙形石，可与整个华北区相同层位对比。

2) 上马家沟组（O_2s）：与下马家沟组呈整合接触。

主要岩性为花斑状或豹皮状白云质灰岩、泥质白云岩、石灰岩和白云岩。厚度为 43～342 米。

产头足类：*Armenoceras* 阿门角石，*Stereoplasmoceras pseudoseptatum* 假隔壁灰角石，*Tofangoceras* 豆房沟角石，*Sactoceras* 塞角石；产牙形石 17 属 26 种，为 *Scandodus*—*Ozarkodina*，*Drepanodus* 斯堪的—奥择克牙形石，平形镰牙形石组合。

产笔石、腕足类及三叶虫化石：*Orthis* 正形贝，*Strophomena* 扭月贝，*Rafinesquina* 瑞芬贝；*Dendrograptus* 树笔石；*Isoteloid* 似等称虫，可与河北、山西相同层位对比。

3) 峰峰组（O_2f）：与上马家沟组呈整合接触。

主要岩性为角砾状石灰岩、白云质灰岩和纯石灰岩。厚度为 10～133 米。

产头足类：*Actinoceras* 珠角石；牙新式 23 属 29 种，为 *Badoudus*—*Microcoelods* 八陡—微腔牙新式，*Panderodus*–*Belodina* 潘德尔牙形石—小弓箭牙形石组合，可与河北、山西及山东相同层位对比。

秦岭区：分布和本区的寒武系相同，且二者为整合接触，缺失上统。

(1) 下统（O_1） 主要为铁仙沟组和白龙庙组。

1) 铁仙沟组（O_1t）：灰白色厚层白云质灰岩夹灰黑、灰色薄层糖粒状白云质灰岩，厚度为 522 米。产三叶虫 *Asaphellus* 小栉虫。

2) 白龙庙组（O_1b）：灰色厚层白云质灰岩夹石灰岩，含燧石结核，厚 145 米。

(2) 中统（O_2） 主要为灰黑、青灰色中厚层纯石灰岩，顶部泥质条带石灰岩，厚度为 134 米。

产头足类：*Sinoceras chinense* 中华震旦角石；腹足类：*Eccyliopterus* 拟盘螺。

下统可与华北下统对比，中统可与华南的宝塔组对比。

3.志留系

仅出露南秦岭地层分区内，分布于荆紫关—师岗复向斜两翼，与下伏中奥陶统呈平行不整合接触，只有下志留统中下部层位，自下而上划分三个组，由东向西变薄。

1) 岞岫组（S_1z）：主要为灰绿色玄武玢岩、紫灰色凝灰岩、砂砾岩夹透镜状石灰岩，多为石灰岩砾石，厚度为10～340米。

2) 蛮子营组（S_1m）：下部为灰绿色钙质泥岩、粉砂岩；中部泥灰岩及生物礁灰岩或钙质页岩；上部为黄绿色页岩、粉砂质页岩夹薄层细砂岩，厚度为289～1020米。页岩中富含笔石，主要有：*Monograptus* 单笔石组合；*Demirastrites* 半耙笔石组合；*Climacograptus* 栅笔石组合；*Rastrite* 耙笔石组合。

产腕足类9属14种，主要有：*Isorthis qianbeiensis* 黔北等正形贝，*Dolerorthis* sp. 欺正形贝（未定种）。同时产海百合和苔鲜虫化石。据 *D. triangulatus* 三角半耙笔石和 *Orthograptus resicubsus* 轴囊直笔石可与峡东龙马溪组中下部对比。

3) 张湾组（S_1zh）：黄绿色钙质页岩、泥岩、砂质页岩，局部夹石灰岩透镜体，厚度为140～710米。

产三叶虫9属9种。主要有：*Leonaspis* 狮头虫，*Latiproetus* 宽砑头虫，*Encrinuroides* 似慧星虫，*Goatonia* 高滩虫，*Songkania* 松坎虫。

上部采到 *Demirastrites triangulatus* 三角半耙笔石，*D. decipiens* 迷惑半耙笔石，*Pristiogroptus* sp. 锯笔石(未定种)，可与峡东的龙马溪组上部对比。

4.泥盆系

分布与志留系相同，二者为平行不整合接触，缺失下泥盆统。

(1) 中统（D_2） 分为白山沟组和王冠沟组。

1) 白山沟组（D_2b）：下部紫红色页岩与石英砂岩互层；上部姜黄色页岩夹薄层砂岩及砂质页岩，厚度为470～356米。

2) 王冠沟组（D_2w）：紫红、黄色中厚泥灰岩、不纯石灰岩、生物灰岩、黄绿色砂岩、砂质泥岩、页岩，厚度为173米。产珊瑚类及腕足类，主要有：*Macgeea carssoseptatum* 粗隔壁马基珊瑚，*Phacellophyllum* 丛分珊瑚，*Atrypa desquamata* 剥鳞无洞贝，可与湖南棋梓桥组及云南曲靖组对比。

(2) 上统（D_3） 主要为黄色石英砂岩、泥质砂岩与黄绿色砂岩互层，部分地区顶部夹赤铁矿层，厚度为231～264米。产腕足类：*Yunnanella* 云南贝，*Cyrtospirifer* 弓石燕，为湖南上泥盆统锡矿山组带化石。

5.石炭系

华北区：只存在中、上石炭统。

(1) 本溪组（C_2b） 与下伏地层呈平行不整合接触。主要岩性为鲕状铝土页岩、粘土岩夹鲕状铝土矿及黄铁矿或赤（褐）铁矿层，厚度为10～87米。铝土矿层于巩县涉村达87米，是最重要的铝土矿层位。产化石丰富，植物14属23种；䗴类7属12种；有孔虫5属7种；腕足类2属2种；瓣腮类1属1种，主要有：羊齿属：*Sphenopteris parabaeumleri* 凸膜楔羊齿，*Rhodeachinghaiensis* 青海须羊齿，*Neuropteris gigantea* 大翅羊齿，*Linotperis brongniartii* 短网羊齿，*Pecopteris* 栉羊齿；䗴类：*Fusulina* 纺缍虫组合；*Fusulinella* 小纺缍虫组合；*Eoschubertella* 古

舒伯特䗴），*Bradyina* 布拉德虫组合；*Climacammina* 梯形虫组合等。

(2) 太原组 (C_3t) 与本溪组呈整合接触。主要为砂岩、砂质页岩、铝土页岩、砂、泥质灰岩、燧石团块石灰岩及生物碎屑灰岩夹薄层煤层，为石炭—二叠系中第一煤层段，厚度 39～140 米，石灰岩中产䗴科 12 属 45 种，主要有：*Triticites* 麦䗴，*Schwagerina* 希瓦格䗴，*Pseudoschwagerina* 假希瓦格䗴，*Quasifusulina* 似纺缍䗴，*Pseudofusurina* 假纺缍䗴，*Schubertella* 苏伯特䗴；腕足类 14 属 23 种，主要有：*Dictyoclostus taiyuanfuensis* 太原网格长身贝，*Spirifertaiyuanensis* 太原石燕；瓣鳃类：*Pernopecten* 股海扇，*Pseudomonotis* 假髻蛤，*Caninia* cf. *mapingensis* 马平犬齿珊瑚（相似种），*Lophocarinophyllum* 脊板顶柱珊瑚；苔藓虫类：*Polypora* cf. *porosa* 孔状多孔苔藓虫（相似种）；有孔虫类：*Cribrogenerina* cf. *prophaerica* 光球形筛串虫（相似种）；植物 6 属 9 种，主要有：*Lepidodendron* 鳞木，*L. posthumii* 斜方鳞木，*L.incertum* 华夏鳞木，*Cathaysiodendron incertum* 不定华夏木，*Sphenophyllum* 楔叶，*Cordaites* 科达，该组可与华北相同层位对比。

秦岭区：

北秦岭石炭系分布于信阳凉停—固始杨山；南秦岭内乡—淅川一带。

北秦岭分区沉积类型独特，层位全，沉积连续，由下而上分三统：

(1) 下统 (C_1) 与下伏前石炭系呈断层接触。

1) 花园墙组 (C_1h)：主要为绿色中厚层钙质长石石英砂岩，灰绿色条带状硅化板岩，上部厚层细粒砂岩夹石英砾岩透镜体，厚度为 560～800 多米。

2) 杨山组 (C_1y)：主要含煤层系，下部为砾岩，石英砂岩夹薄煤多层；上部泥岩、粉砂质页岩夹煤 22 层，分七个段，具明显韵律，厚度为 1175 米。产植物化石，主要有：*Rhodea hsianghsiangensis* 湘乡须羊齿，*Lepidostrobophyllum* cf. *lanceolatum* 披针鳞孢叶（相似种），*Pecopteris* cf. *aspera* 粗糙栉羊齿（相似种），*Sigillaria* 封印木，*Lepidodendron* 鳞木，*Cardaites* 科达，*Sphenopteris* 楔叶，*Archaeocalamites scrobiculatus* 浅沟古芦木。

(2) 中统 (C_2) 道人冲组、胡油坊组。

1) 道人冲组 (C_2d)：主要岩性为含铁泥质石英砂岩、泥质灰岩、页岩，顶部白云质砂岩，厚度为 1364 米。产䗴类：*Pseudostaffella* 假史塔夫䗴；瓣腮类 20 属 45 种，主要有：*Palaeornrilo anthraconeiloides* 卵古尼罗蛤，*P. gushiensis* 固始古尼罗蛤，*Posido–niella rugata* 皱纹小浪蛤，*Parallelodon yangshanensis* 杨山齿蛤，*Astartella adenticulata* 无齿小花蛤，*Leptodesma acadica* 阿长迪弱带蛤；介形虫 12 属 23 种；腹足类 6 属 7 种；腕足类 2 属 2 种。

2) 胡油坊组 (C_2h)：钙质粉砂岩、变粉砂岩、变长石砂岩及板岩，厚度为 425～2092 米。产植物化石 10 属 13 种，主要有：*Neuropterisgigantea* 大翅羊齿，*N. kai–pingiana* 开平翅羊齿，*Cordaites* 科达，*Lepidodendron* 鳞木，*Sphenophyl–lum* 楔叶；瓣腮类：*Mrasiella* cf. *magniferma* 大木拉斯蚌（相似种），*Palaenodonta shangchengensis* 商城古无齿蚌。

(3) 上统 (C_3) 杨小庄组和双石头组。

1) 杨小庄组 (C_3y)：主要岩性为碳质细—粉砂岩、含粉砂质泥岩夹煤线，厚度为 1539 米。

2) 双石头组 (C_3s)：主要岩性为绢云母石英片岩、含红柱石绢云石英片岩，厚度为 310～431 米。

南秦岭分区：

与下伏上泥盆统为平行不整合接触，分为下石炭统和中、上石炭统。

(1) 下统（C_1） 有下集组和梁沟组。

1）下集组（C_1x）：灰白色白云质灰岩与灰黑色白云质灰岩互层，灰黑色泥质条带石灰岩与白云质灰岩互层，厚度为217～305米。产珊瑚及腕足类：*Zaphrentoides* sp. 拟内沟珊瑚（未定种），*Kueichouphyllum* sp. 贵州珊瑚（未定种），*Eochoristites* sp. 始昌贝（未定种）。本组相当南方岩关阶上部及大塘阶下部，属早石炭世早期。

2）梁沟组（C_1l）：灰褐色中厚层白云质灰岩与石灰岩互层，灰褐色中厚层含燧石团块灰岩，厚度为642米。含丰富的珊瑚类化石6属6种，主要有：*Yuanophyllum kansuense* 甘肃袁氏珊瑚，*Kueichouphyllum* sp. 贵州珊瑚（未定种），为大塘阶常见化石。

(2) 中上统（C_{2-3}） 灰黑色中厚层纯石灰岩，夹紫红色页岩及少量鸡窝状赤铁矿，上部为碳质页岩和杂色页岩，厚度为170～241米。下部含䗴类、珊瑚化石：*Fusulina* sp. 纺缍䗴（未定种），*Chaetetes lungtanensis* 龙潭刺毛珊瑚，*Bothorophyllum*sp. 沟珊瑚（未定种）。相当于南方的黄龙群。

6.二叠系

仅分布于华北区，与石炭系连续沉积，为含煤碎屑岩建造，可分为下统和上统。

(1) 下统（P_1）：由下而上分两组。

1）山西组（P_1s）：主要岩性为灰、深灰、灰黑色砂质页岩、碳质页岩、页岩及煤层1～3层，单层厚一般4～6米，夹少许薄层细砂岩，属第二煤段，厚度为10～155米。产植物化石18属44种，主要有：*Emplectopteris trianglularis* 三角织羊齿，*Emplectopteridum alatum* 翅编羊齿，*Lobatannularia sinesis* 中国瓣轮叶，*Taeniopteris multinervis* 多脉带羊齿，*Alethopteris norinii* 麻座延羊齿，*Pecoteris taiyuanensis* 太原栉羊齿，*Tingia partita* 深裂齿叶，*T. corbonica* 华夏齿叶，*Cladonopteris tenuis* 纤弱楔羊齿，*Callipteridium koraiense* 朝鲜丽羊齿；动物化石：*Abiella* 阿布蚌，*Anthraconia* 河炭蚌，*Linggula* 舌形贝，可与华北各地相同层位对比。

2）下石盒子组（P_1x）：主要岩性：下部灰白、灰绿色粗—中粒石英砂岩和紫色、紫灰色页岩夹不稳定薄煤层1～2层，底部为含砾中、粗粒砂岩（俗称"大占砂岩"）；上部灰白色、灰绿、深灰色细砂岩、砂质页岩、页岩夹薄层煤或炭质页岩1～2层，划为第三～第五煤段，厚度为43～360米。产植物化石31属70种，主要有：*Emplectopteris triangularis* 三角栉羊齿，*Cathaysiopteris* cf. *whitei* 怀特华夏羊齿（相似种），*Pecopteris taiyuanensis* 太原栉羊齿，*Alethopteris* cf. *norinii* 麻座延羊齿（相似种），*Sphenophyllum costae* 截楔叶，*S. thonii var minor* 托尼氏楔叶较小变种，*Taeniopteris multineruis* 多脉带羊齿；动物化石有：*Abiella* 阿布蚌，*Anthracosia* 河炭蚌，*Lingula* 舌形贝。

(2) 上统（P_2） 由下至上分为两组，与下统呈整合接触。

1）上石盒子组（P_2s）：分上、下两段。

下段（P_2s^1）：灰黄、黄绿等色砂质页岩、灰色页岩、碳质页岩及煤层，底部为粗粒砂岩（俗称"砂锅窑"砂岩），划为第六～八煤段，含六个煤组，是我省重要含煤地层之一。厚度为107～748米。产植物化石31属97种，主要有：*Lobatannularia* 瓣轮叶组合；*Pecopteris* 栉羊齿组合；*Compsopteris* 蕉羊齿组合；*Taeniopteris* 带羊齿组合，属晚二叠世早期。

上段（P_2s^2）：灰白、浅褐黄色厚—巨厚层粗粒长石石英砂岩，夹页岩，俗称为"平顶山

砂岩"，厚度为41～202米。产植物化石：*Annularia* sp. 轮叶（未定种），*Pelourdea* sp. 剑叶（未定种），*Cordaites schenki* 疏脉科达。

2）石千峰组（P_2sh）：与上石盒子组连续沉积。主要为紫红色、暗红色石英砂岩及砂质页岩夹页岩，夹薄层透镜状砾岩。厚度为368～864米。产化石：*Calanites* sp. 芦木（未定种），*Anthracanaia* 河炭蚌，*Abiella* 阿布蚌；牙齿化石：*Dicynodon* 二齿兽，可与山西西山孙家沟组（新义石千峰组）相对比。

五、中生界（Mz）

主要分布于华北地区的断陷盆地内，为陆相碎屑沉积岩系，部分为火山喷发岩及火山碎屑沉积岩，地层分布受构造控制明显，各时代的地层在不同的盆地，岩性和厚度均有差异。秦岭区中生界只有上侏罗统一上白垩统，因为三叠纪一中侏罗世为秦岭地槽褶皱及上升期，所以缺失上侏罗统以下的地层，对比关系（表3-2），主要岩性特征见综合柱状图（图3-3）。

1.三叠系

华北区主要为中、下三叠统，分布于宜阳、义马、济源、中牟、周口等地，与二叠系连续沉积。由下至上可分为中、下统和上统。

（1）中、下统一二马营群（$T_{1+2}er$）　岩性以陆相红色砂、泥岩为特征，呈不等厚互层，下部夹浅灰色砂岩；上部夹黄绿色页岩、砂岩、泥灰岩及少量油页岩。厚度为179～609米。产各种化石：哺乳动物:*Dicynodom* 二齿兽，*Traversodontoides wangwuensis* sp. 王屋似粗弯齿兽，*Parakannemeyeria* 副肯氏兽等；植物化石:*Neocalamites meriani Brongn* 梅莲新芦木，*Yuccitis* sp. 似丝蓝，*Crematopteris* sp. 悬羽羊齿，*Lundbladispora*—*Taeniaesporites* 隆德孢—带羊齿组合，可与山西和苏联中、下三叠统对比。

（2）上统一延长群（T_3y）　渑池、义马一带及济源盆地，本统发育较好，与其下伏二马营群为整合接触，由下至上分为三个组：

1）油房庄组（T_3y）：主要岩性为黄绿色、黄褐色砂岩、页岩与紫红色砂岩、泥岩呈不等厚互层。厚度为350～997米。含植物化石:*Bernoullia Zeillier* 蔡耶贝尔瑙，*Daneopsis fecunda* 多实拟丹尼，及 *Neocalamites carcinoides* 新芦木。

2）椿树腰组（T_3c）：黄褐、黄绿色、灰绿色及黄白色长石石英砂岩、粉砂岩、细砂岩、泥灰岩，灰黑色碳质页岩或泥岩，及煤线数层。厚度为567～817米。本组开始出现种类繁多的动、植物化石，有瓣腮类，介形虫类及一些昆虫和鱼类化石。

3）谭庄组（T_3t）：下部为黄绿、灰黄色细砂岩、粉砂岩夹泥岩、碳质页岩及煤线；上部为黄灰、黄绿色长石石英砂岩、泥岩及灰黑色泥岩，夹多层煤线和油页岩。厚度为387～1049米。含植物化石，普遍有 *Daneopsis fecund* 多实拟丹尼，*Bernoullia Zeiller* 蔡耶贝尔瑙，*Neocalamites carrerei* 高丽新芦木。并出现较多的 *Clossophyllum shensiensis* 等银杏类，*Podozamites lanceolatus* 及 *Nillssonia* 等松柏类、苏铁类，*Utschaiella* 蚌类，可与陕甘宁延长组对比。

2.侏罗系

分布较为零星，中、下统主要分布于济源、渑池一义马，以及确山七棵树；中、上统分布于大别山北麓。南北岩相差异大，北部为滨湖、浅湖及沼泽相为主；南部火山岩发育。

（1）下统（J_1）与下伏二叠系呈角度不整合或平行不整合接触。

1）鞍腰组（J_1a）：灰绿、黄绿色砂岩、页岩夹泥灰岩及粘土页岩。厚度为304～245米。

地层				厚度(m)	颜色	岩性剖面	岩性简述	沉积相	古生物	主要分布区
界	系	统	组							
新生界	下第三系	古新统			2		浅肉红色泥灰岩，砂质泥岩		.	
中生界	白垩系	上统	胡岗组	252~1366	1		红色砂砾岩	河流冲积平原相	长形 长形蛋 瑶屯巨形蛋	大部分断陷式盆地
			马家村组	100~2850	1		红色砂岩 砾岩		沿河扁圆蛋 蜂窝蛋新属新种	
		下统	陈棚组	306~1200	3		火山熔岩、角砾岩 凝灰岩			
			白湾组	328	8		灰绿色砂质泥岩、粉砂岩、砂岩		女星介—达尔文介	
	侏罗系	上统	金刚台组	2583~3239	11		紫灰色凝灰岩、火山碎屑岩	陆相火山碎屑		华北地台区断陷盆地
			段集组	1448~2803	1 11		红色砂砾岩、紫灰色凝灰岩			
		中统	朱集组	1393~2200	9		黄褐色砂岩、粉砂岩	滨湖浅湖相		
			马凹组	137~233	3		紫红色页岩、泥灰岩、砂岩		裸珠蚌 鱼鳞类	
		下统	义马组	80~100	12		灰黑色砂质页岩 页岩、砂岩		新芦木 膜蕨型锥叶蕨	
			鞍腰组	245~304	5		灰黄色砂岩、页岩夹泥灰岩			
	三叠系	上统	谭庄组	387~1049	5		灰黄色细砂岩、粉砂岩、煤	湖泊沼泽相	多实拟丹尼 蔡耶贝尔瑙	
			椿树腰组	567~817	8		灰绿色长石石英砂岩、粉砂岩、煤		[illegible]类 介形类	
			油房庄组	350~997	9		黄褐色砂岩、页岩		蔡耶贝尔瑙 新芦木	
		中下统		179~609	1		陆相红色砂泥岩互层	河流冲积平原相	二齿兽 王屋似粗弯齿兽 梅莲新芦木 似丝蓝 悬羽羊齿	
古生界	二叠系	上统	石千峰组		3		紫红色石英砂岩、页岩			

图3-3 河南省中生界综合柱状图

表 3－2 河南省中生界划分对比表

时代	地区	华北地台区			秦岭褶皱带	
		豫东	豫西			
白垩系	上统	白垩系 未分层	九店群	南朝组、秋扒组	寺沟组	胡岗组 或(固家湾组)
					马家村组	
	下统			白湾组	陈棚组或（白湾组）	
侏罗系	上统		上统		上统	
	中统	马凹组	中统			
	下统	鞍腰组	义马组			
		谭庄组	谭庄组			
三叠系	上统（延长群）	椿树腰组	椿树腰组			
		油房庄组	油房庄组			
	中、下统	二马营群	二马营群			
二叠系	石千峰组（群）	石千峰组中、上段	石千峰组中、上段			

2）义马组（J_1y）：深灰色、灰黑色砂质页岩、页岩、碳质页岩、长石石英细砂岩，夹煤线及煤层。厚度为80～100米。为新安县主要采煤层。

本统含化石丰富：蕨类为 *Neocalamites* 新芦木，*Equisetites* cf. *sarrani Harri* 沙蓝似木贼，*Coniopreris hymenophylloides Brongn* 膜蕨型锥叶蕨，*Phoenicopsis speciosa Heer* 华丽拟刺葵，*Cladophlebis* 枝脉蕨；银杏类为 *Sphenobaiera* 楔拜拉，*Baiera* 拜拉，*Ginkgoites obrutschewi seward* 奥布鲁楔夫银杏，*Podozamites* 苏铁杉，*Otozamites* 耳羽叶属，*Nillssonia* 尼尔桑，*Carpolithus* 化石果；瓣腮类为 *Cuneopsis* 楔蚌，*Sphaerium* aff. *Pusi-llium* （Reis）球蚬（亲近种）；腹足类为 *Valuata* sp. 盘螺。

（2）中统（J_2）与下统呈平行不整合接触。

1）马凹组（J_2m）：主要为紫红色砂岩、页岩及泥灰岩，底部具1～3米铁锰质胶结砾岩。厚度为137～233米。产化石：*Hybodus* sp. 弓鲛（未定种），*Chelnians* 鱼鳖类及 *Psilunio* 裸珠蚌，*Cuneopsis* 楔蚌，*Amprotula* [Eal]的瓣鳃动物群，不少种属可与四川自流井统、沙溪庙组相同或近似。介形虫 *Darwinula Sarytimenensis Sharapova* 萨雷提缅达尔文介，*D. lufengensis Wangetye* 禄丰达尔文介。

2）朱集组（J_2z）：主要为紫红色夹黄褐色砂岩、粉砂岩，为山麓相堆积物，分布于桐柏—商城，厚度巨大为1393～2200米。

（3）上统（J_3）　分布略同朱集组。

1）段集组（J_3d）：红色、紫红色砂砾岩，紫红、紫灰色砾岩夹晶屑凝灰岩、角砾凝灰岩等火山碎屑沉积岩。厚度为1448～2803米。

2）金刚台组（J_3j）：灰、紫灰、灰绿、黄绿色中性火山岩和中酸性火山岩为主，凝灰岩、角砾凝灰岩等火山碎屑沉积岩。厚度为2583～5239米。本组延入安徽境内六安一带，相当本地的毛坦厂组及黑石渡组。

3.白垩系●

我省白垩系主要发育于燕山运动晚期形成的各断陷盆地内，上统较为发育，岩性及发育程度各断陷盆地差异明显。周口坳陷周11、12等井钻遇较厚白垩系地层，大于2880多米，见1000多米生油岩，为主要勘探目的层之一。

（1）下统（K_1）　主要分布于桐柏—商城东部及周口坳陷，信阳以东断续经商城至安徽境内，零星见于豫西、西峡—南召的断陷盆地内。

1）白湾组（K_1b）：镇平白湾、灵宝五亩枣窳等地零星分布及确山任店钻孔中。主要岩性为灰绿、黄褐色砂质泥岩、砂岩、粉细砂岩、泥灰岩等暗色岩类，夹少量红色泥岩、砂岩。厚度为328米。含介形虫 *Cypridea-Darwinula* 女星介-达尔文介组合，*Zizphocypris costata* 肋纹枣星介，*Lycopterocypris* 狼星介，*Rhinocypris* 刺星介等，可与陕西志丹群泾川组、冀南平原丘县组对比。

2）陈棚组（K_1c）：主要分布大别山北麓，潢川固始一带，为一套火山岩屑沉积，以商城—麻城为界，西部多熔岩，东部多碎屑岩。主要岩性为陆相中酸性火山熔岩及火山角砾岩、集块岩、熔接凝灰岩及凝灰岩、凝灰质砂岩。厚度为306～1200米。周口坳陷南部汝南周17井于井深549～2293米钻遇1744米的安山岩、玄武岩。

（2）上统（K_2）　分布于豫西的灵宝盆地及秦岭的西峡、朱阳—夏馆、淅川、李官桥及

●白垩系、第三系主要是根据河南油田地层及古生物研究报告编写的。

南阳、平昌关一罗山等盆地，上、下白垩统无明显沉积间断，但超覆于不同层位之上。

主要为河流相、山麓相及滨湖相的红色碎屑岩系为主，夹灰白、灰绿色粉砂岩，局部含琥珀。厚度为25～273米。西峡盆地达3407米。

1）上统中、下部马家村组：分布于西峡、五里川一夏馆及淅川盆地。红色砂岩、含砾中、粗砂岩及砾岩，夹灰白、灰绿色砂岩、砂砾岩。厚度为100～2850米。淅川盆地含 *Placoolithus taohensis gen* 滔河扁圆蛋，*Faveoloolithus gen* et sp. nov. 蜂窝蛋新属新种；夏馆盆地含 *Yuangoolithus xiaguanensis* sp. 夏馆杨氏蛋，蜥脚类 *Sauropoda indet* 脚印化石。

2）上统上部：包括淅川、西峡—南召的寺沟组（K_2s），南阳的胡岗组（K_2h），熊耳山的秋扒组（K_2q），南朝组（K_2n）及桐柏—商城的周家湾组（K_2z）。主要岩性均为红色砂砾岩。厚度为252～1366米。产化石，胡岗组：*Elongatoolithus elongatus* 长形长形蛋，*Macrooliyhus yaotunensis* 瑶屯巨形蛋；南朝组：*Macroolithus yaotunensis* 瑶屯巨形蛋；周家湾组：*Elongtoolithus andrewsi* 安氏长形蛋，*E. elongatus* 长形长形蛋；秋扒组：*Tyrannosaurus luanchuanensis* sp. 栾川坝上龙牙齿。

六、**新生界**（Kz）

新生界发育于全省26个断陷盆地内，除古新统大部分盆地缺失及渐新统部分盆地不发育外，其它统普遍发育（表3-3），特别是始新统不仅厚度较大（最大可超过3000米），而且为重要的含油层及石膏层、盐层，局部为可采煤的含矿岩系，主要岩性组合特征见综合柱状图（图3-4）。

1.下第三系（古新—渐新统）

（1）古新统（E_1）　分布于豫西潭头盆地及李官桥凹陷。

1）大章组（E_1d）（潭头盆地）：紫红、暗红色泥岩、砾岩，上部夹灰绿色泥岩与灰白色石灰岩、砂岩、油页岩。厚度为375.4米。产脊椎动物：*Bemalamboda* 阶齿兽，*Mesonychidae* 中兽类，*Pseudictopidae* 假古猬类，*Pastoraledontide* 牧兽类，可与南雄盆地的罗佛寨组及浓山组、陕西洛南石门组相对比。

2）白营组（E_1b）（李官桥凹陷）：灰白色、浅肉红色中厚层泥灰岩、粉砂质泥岩夹砂质泥岩。厚度为46～150米。

（2）古新—始新统（E_{1-2}）　零星分布于灵宝、五亩、三门峡、大安等地。

1）门里组（$E_{1-2}m$）：为一套山麓堆积相、河流相堆积，以灰褐色半胶结砾岩、砂砾岩、含砾砂岩为主，上部夹绿色泥岩、不稳定泥灰岩及少量石膏。厚度为559米。产化石：腹足类为 *Truncatella* sp. 小截螺（未定种）及 *Gyraulus* sp. 小旋螺（未定种）；介形虫类为 *Cristocypridea amoena* (liu) 愉快冠女星介，*Sinodarwinula guanzhuangensis Li* 官庄中华达尔文介，*Limnocythere reniformis Houng* 肾形湖花介，*Sinocypris* 中华金星介。

2）项城群（$E_{1-2}x$）：为河流相—湖泊、沼泽相沉积，上部为一套灰绿色泥岩、砂岩夹泥灰岩、碳质泥岩、煤线，局部地段可采煤1～2层；下部紫红色粉砂质泥岩夹钙质砂岩、砾岩。厚度为700～947米。产瓣腮类化石：*Unio* sp. 珠蚌，*Eupera sinonensis* 中华环蚬，*Sphaerium* sp. 球蚬；含腹足类：P. cf. *elongatus Yu* 长古木盾螺（近似种），*Australorbis pseudoammonius huanghoensis Yu* 假菊石型南园螺黄河亚种，*Valvata* (*Cincina*) *fragilis Yu* 脆高盘螺；含介形类：*Sinodarwinula guanzhuangesis Li* 中华官庄达尔文介，*Eucypris wutuesis Li* 五图真星介，*Cyprisdecaryi Gautheir* 德卡里金星介。

（3）始新世（E_2）　分为中—上始新统、中始新统、下始新统。

地层 界	系	统	组		厚度(m)	颜色	岩性剖面	岩性简述	沉积相	古生物	主要分布区
	第四系					1		棕红、褐黄色粘土、流砂、砾石			
新生界	上第三系	上新统			14～1484	5		灰黄色砂砾岩与泥岩不等厚互层	河流冲积平原相		
		中新统			252～968	8 8 1		棕红色砂砾岩，灰绿色泥岩		大唇犀 纯净小玻璃介	
	下第三系	渐新统	东营组	廖庄组	0～1329	14 14 14		绿色泥岩与砂岩互层	浅湖较深湖泊相	德卡里金星介 张港柔星介 亚截平球状轮藻	大部分断陷湖盆
		上始新统	沙河街组	核桃园组	400～1468	14 8 14 8 14 12 13 14 13		灰、深灰色泥岩油页岩，灰色砂岩不等厚互层，夹油层		脆钻子螺 呆板美星介 彭镇真星介 潜江扁球轮藻	
		中始新统		大仓房组	450～2200	1 1		棕红、砖红砂、泥岩互层	河流冲积泛滥平原相	鳄类 中兽类 冠齿类	
		下始新统	孔店组	玉皇顶组	136～960	1 11 1		红色砂泥岩、夹石膏		冠齿兽 锥齿亚洲冠齿兽 菱臼兽	
		古新统			559～947	8 12 14 8 9		灰绿色砂泥岩、紫红色砂质泥岩、夹煤线褐色砾岩、砂砾岩、绿色泥岩		阶齿兽 中兽类 小觽螺未定种	大部分地区缺失
中生界	白垩系	上统				1		红色砂砾岩			

图 3-4　河南省新生界综合柱状图

表 3－3 河南省第三系划分对比表

地层 \ 地层区		华北地台（豫东）：汤阴	华北地台（豫东）：东濮、开封、周口	华北地台（豫东）：济源	华北地台（豫西）：洛阳、临－郏、大金店	华北地台（豫西）：熊耳山小区	华北地台（豫西）：三门峡垣曲	秦岭褶皱带：西峡 南召	秦岭褶皱带：南阳、李官桥	秦岭褶皱带：桐柏－商城一带
上第三系	上新统	庞村组 ～～～ 鹤壁组	明化镇组	上新统	内埠组(大营组)／上新统	上新统	上新统	上新统	凤凤镇组／上第三系	尹庄组／上第三系
上第三系	中新统	彰武组	馆陶组	中新统	洛阳组		中新统		（凤凤镇组／上第三系）	上第三系
下第三系	渐新统		东营组			大峪组	柳林河组		廖庄组	
下第三系	上始新统		沙河街组一～四段；核桃园组二	济源群：南姚组、泽峪组、月庄组、张庄组	石台街组	卢氏组；潭头群	大安组		核桃园组	只城群；五里堆组、李上沟组、毛家坡组
下第三系	中始新统		大仓房组（沙河街组）		蟒川组	潭头群Ⅳ组；项城群	坡底组		大仓房组	李庄组（?）
下第三系	下始新统		孔店组		陈宅沟组	潭头组（项城群）	门里组		玉皇顶组	
下第三系	古新统					大章组	（门里组）		白营组	

1）下始新统（E_2^1）包括：秦岭区的玉皇顶组，豫西的潭头组、陈宅沟组及华北平原的孔店组。厚度为136～960米。

岩性组合除潭头盆地的潭头组为灰绿、灰白和灰黑色泥岩、页岩、泥灰岩、油页岩夹砂岩组成外，其它为红色砂、泥岩所组成，普遍夹石膏薄层。孔店组仅周口坳陷周参3井揭露视厚度689米（未见底）。

见脊椎动物、瓣腮类、叶形类化石等，李官桥见 *Coryphodon* sp. 冠齿兽，*Asiocoryphodon conicus Xu* 锥齿亚洲冠齿兽，*Manteodon flerowi* （chow） 弗氏方齿冠齿兽，*Rhombomylus* sp. 菱臼兽，cf. *Heptodon* sp. 拟始貘，相似北美早始新世的亚方形方齿冠齿兽。潭头见 *Prodinoceratinae* 原恐兽类，*Archaeolambdidae* 古脊齿兽类，*Sinohdarianus sichuanensis Ping* 淅川中国陆龟；*Euperasinensis Odhner* 中华环蚬；*Metacypris changzhouensis* 常州网星介，*Eucypris obstiga* 倾斜真星介，*E. subtriangularis* 近三角金星介。洛阳及大金店见 *Sphaerium* sp. 河球蚬（未定种），*Eupera* cf. *sinensis Odhner* 中华环蚬，及 *Sphaerium* cf. *scaldianum* 欧洲球蚬（近似种）。

2）中始新统（E_2^2）：分布较广泛，周口坳陷、李官桥、三门峡、临汝潭头及南襄盆地等，本层位包括大仓房组、大安组、坡底组、蟒川组及潭头群第四段。

岩性均为棕红色—砖红砂、泥岩所组成，常夹薄层石膏，豫西盆地中较粗常见砾岩、含砾砂岩。厚度为117～1100米。

产脊椎动物、介形虫类、腹足类、瓣鳃类等化石。李官桥—唐河西大岗见：*Croco-dilia* 鳄类，*Mesonychidae* 中兽类，*Coryphodon* 冠齿兽，*Rodentia* 啮齿类，*Amynodontidae* 两栖犀类，cf. *Palaeosyops* 似古雷兽；临汝—大金店及宜阳等地见 *Bithynia* sp. 豆螺（未定种），*Corbicula* sp. 蓝蚬，*planorbis* sp. 扁卷螺，*Cypris decaryi Gautheir* 德卡里金星介；三门峡、垣曲见 *Cyprinotus* cf. *speciosus* 威严美星介、*Eucypris* sp. 真星介（未定种）。

3）中—上始新统（E_{2-3}）：

主要分布于周口坳陷、潭头盆地、开封盆地、东濮凹陷及平昌关—罗山盆地，本层位包括潭头群第Ⅳ组、沙河街组及李庄组，其中临清坳陷东濮凹陷沙河街组从上至下为沙一段—沙四段，主要岩性为灰色、深灰色泥岩、油页岩、页岩与灰色、灰白色砂岩呈不等厚互层，上部夹紫红色泥岩；沙一段、沙二段夹数层盐岩，具良好的生、储、盖组合，厚度大于3000米，为主要含油层位，是我省石油勘探、开发的主要目的层。

其它组的主要岩性为棕、紫红色砂、泥岩。厚度为450～2202米。产动物化石：潭头群第Ⅳ组见 *Opeas fragilis* 脆钻了螺，*Corbicula fluminea Muller* 河蓝蚬；沙河街组见 *Huabeinia chinensis* 华北介组合，*Cypris parametes* 安全美星介、*Candona* 玻璃介组合，及平卷螺、瓣腮类化石；李庄组见脊椎动物化石：*Lophialetidae gen* et sp. nov. 脊貘（新属新种），*Gobihyus orientalis* 戈壁猪形兽，*Yuongscavioides Li* 似豚鼠豫鼠，*Dichobunidae indet* 双锥齿兽亚科，*Anosteira* sp. 无盾龟及 *Amynodon* sp. 两栖犀（未定种）。

4）上始新统（E_2^3）：除个别盆地内，均有分布。以济源盆地的济源群、吴城盆地的吴城群，及南襄盆地、李官桥盆地的核桃园组发育较好，次为临汝、洛阳盆地的石台街组。为我省找石油及盐类矿产主要层位。

核桃园组是主要含油层，是石油勘探、开发主要目的层。主要岩性：灰色、深灰色泥岩、页岩、灰绿色粉砂岩、细砂岩呈不等厚互层，夹油页岩、白云岩，上部夹紫红色泥岩。厚度约3000多米。其它组均为棕红、紫红色砂、泥岩为主及砾岩组合，厚度约400～1468

米。

产化石：核桃园组见 *Cyprinotus nafandus Bodina* 呆板美星介，*Eucyprispengzhenesis* 彭镇真星介，*Cypris decaryi* 德卡里金星介，*Ilyocypris errabundis Mandelstam* 浪游土星介；*Gyrogona qingjiangensis Z. Wang* 潜江扁球轮藻，*Grovesichara gonganensis Wupu* 公安原球轮藻，*Maedlerisphaera chinensis Z. Wang* 中华梅球轮藻。李官桥凹陷见脊椎动物化石：*Sinohadrianus sichuanensis Ping* 浙川中国龟，*Sianodon* sp. 西安犀，*Releolophus sichuanensis* sp. 浙川全脊貘，*Pristichampsus* aff. rollinati （Gray） 锯齿鳄（亲近种），*Tsinlingomys yougi Li* 杨氏秦岭鼠，*Prolaena parva gen* et sp.nov. 小子鬣兽。

(4) 渐新统（E_3） 与下伏层始新统呈整合或平行不整合接触。

本统包括：卢氏盆地的大峪组（E_3dy），南襄盆地、淅川盆地的廖庄组，临清坳陷、开封盆地的东营组。

主要岩性：棕、褐红色泥岩、与灰色、灰白色砂岩、砾岩互层。厚度为 0～1329 米。含介形虫类:*Cypris decaryi Gautheir* 德卡里金星介，*Cypris zhanggangensis Wusi* 张港柔星介，*Cyprinotus jiangkouensis chang* 江口美星介，*Cypridopsisjiangheensis* 荆河斗星介。含轮藻：*Sphaerochara bitruncata* 亚截平球状轮藻，*Tectochara meriani* （*Papp*） *Grambast* 梅里安有盖轮藻，*Maedlerisphaerachinensis Z. Wang* 中华梅球轮藻，*Obtusochara subquadrata Wupu* 亚方形钝头轮藻。

2.上第三系

零星分布于省内各盆地中。

(1) 中新统（N_1） 包括汤阴西部的彰武组（N_1z），洛阳盆地、临汝盆地的洛阳组（N_1l），开封盆地、周口坳陷的馆陶组（N_1g）。

根据钻井资料，馆陶组主要岩性为棕红色、深棕色、灰绿色泥岩、软泥岩、粉一细砂岩，夹灰黑色泥岩、砂质泥岩或煤浅。厚度为 252～968 米。其它组岩性相似，但较粗，夹砾状砂岩、砾岩，厚度小，为 27～337 米。

产动物化石：汤阴西部见 *Chilocherium* sp. 大唇犀或齐鲁兽，*Diceratherium* sp. 双角犀，*Plesiaceratherium* sp. 近无角犀，*Sansanosmilus* sp. 桑桑剑齿虎，*Oioceros* 孤羊；开封一周口地区见介形类:*Candoniella albicans* （*Brady*） 纯净小玻璃介，*Candona huabeiensis Li* 华北玻璃介，及 *Limnocythere luculenta Livental* 光滑湖花介。

(2) 上新统（N_2） 零星分布豫北、豫西及秦岭区各盆地中，及豫东平原区第四系盖层之下，包括开封、东濮一带的明化镇组（N_2m），南襄盆地上寺组（凤凰镇组）（N_2f），汤阴盆地西部鹤壁组，吴城盆地及平昌关—罗山盆地的尹庄组。

主要岩性：灰黄、棕黄色砂、砾岩与泥岩呈不等厚互层，一般以砾岩层为底，成岩性差，地层倾角很平缓与下第三系呈角度不整合。厚度为 14～1484.5 米。

鹤壁、汝阳大安及宝丰大营一带为辉石安山岩、黑云母角闪安山岩、安山集块岩、火山角砾岩及凝灰质砂岩。厚度为 120 米。

3.第四系

本省第四系从下更新统到全新统均较发育。主要分布在平原、山间盆地及山间河流谷地地带，约占全省总面积的五分之三。主要岩性为棕红、褐黄色粘土、亚粘土、底部夹流沙及砾石层。厚度为 20～300 多米。

第二节 构 造

河南省大地构造是以华北地台及秦岭褶皱带二大构造单元为基本格架，决定了本省各地质时期的构造发展特征及沉积盆地展布特征。华北地台区部分基本上经历了三个大的不同地质发展阶段：前古生代地台基底形成阶段；古生代地台发展—结束阶段；中、新生代内陆断陷盆地形成、发展及后期坳陷阶段。秦岭褶皱带，三叠纪前地质特征与地台差异巨大，主要表现为冒地槽型，三叠纪地槽关闭，华北地台与扬子地台连成一片，整个陆地进入滨太平洋和特提斯喜马拉雅新构造域形成时期，使秦岭褶皱带及地台区进入相似的断陷盆地形成、发展及后期坳陷地质阶段，奠定了目前26个中生界盆地展布的基本格架（图3–5）。

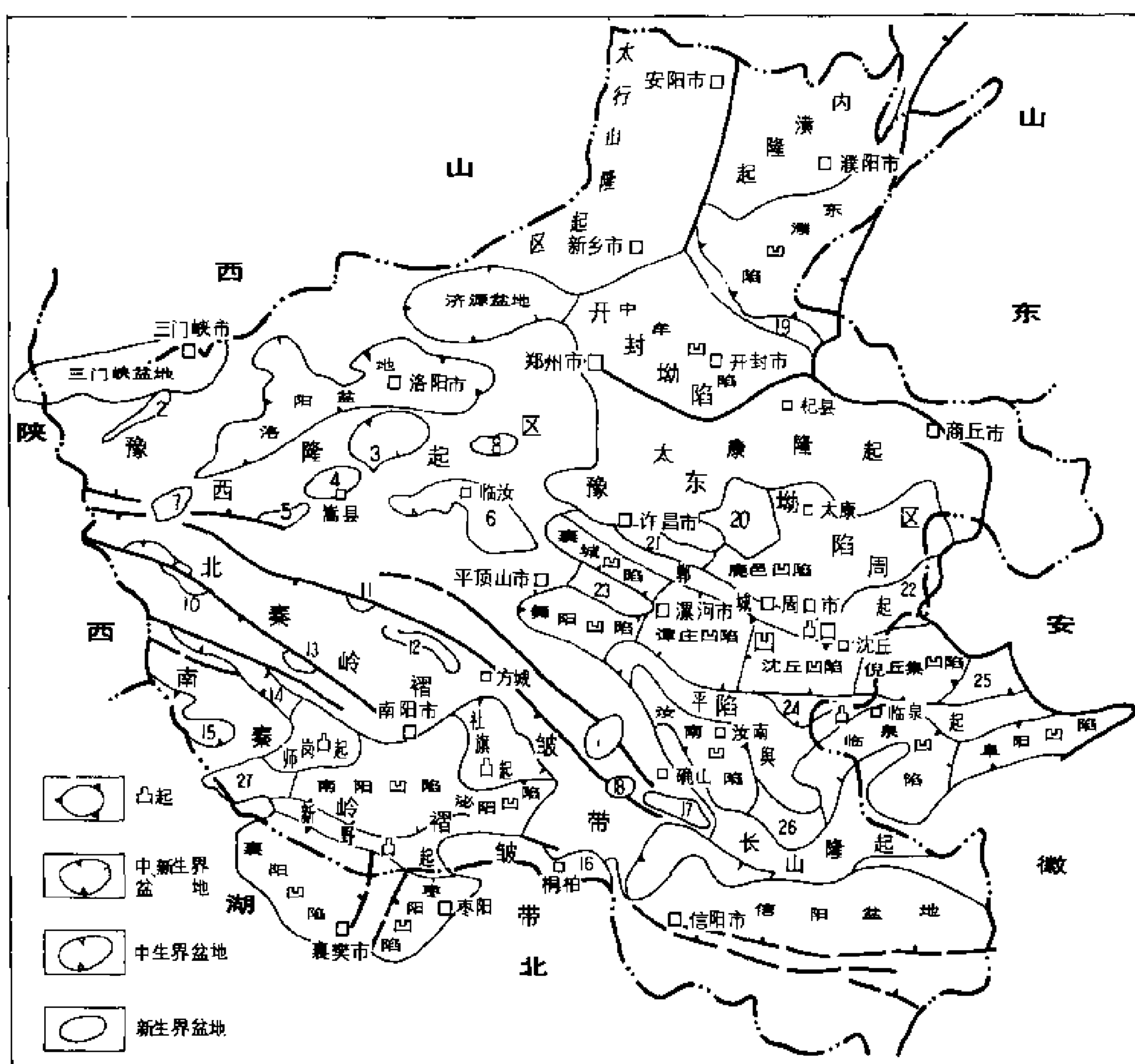


图3–5 河南省中、新生界盆地分布图

1—板桥盆地；2—项城盆地；3—伊川盆地；4—嵩县盆地；5—潭头盆地；6—临汝盆地；7—卢氏盆地；8—大金店盆地；9—瓦穴子盆地；10—五里川盆地；11—马市坪盆地；12—留山盆地；13—夏馆盆地；14—西峡盆地；15—淅川盆地；16—桐柏盆地；17—任店盆地；18—石滚河盆地；19—兰考凸起；20—逊母口凹陷；21—巨陵凹陷；22—新站社凹陷；23—平顶山凸起；24—新桥凹陷；25—三塔集凹陷；26—东岳凹陷；27—李官桥凹陷

由于河南省构造位置分属华北地台南部与秦岭地槽两个部分，并紧邻扬子地台，因此南部构造控制因素较复杂，具明显南北差异，大体以济源—黄口大断裂为界，构造体系有以下特征:

①北部为北东向构造体系为主，如东濮凹陷、汤阴地堑、聊兰断裂、太行山东麓断裂等，各构造带走向均为北东向（图 3-6）;

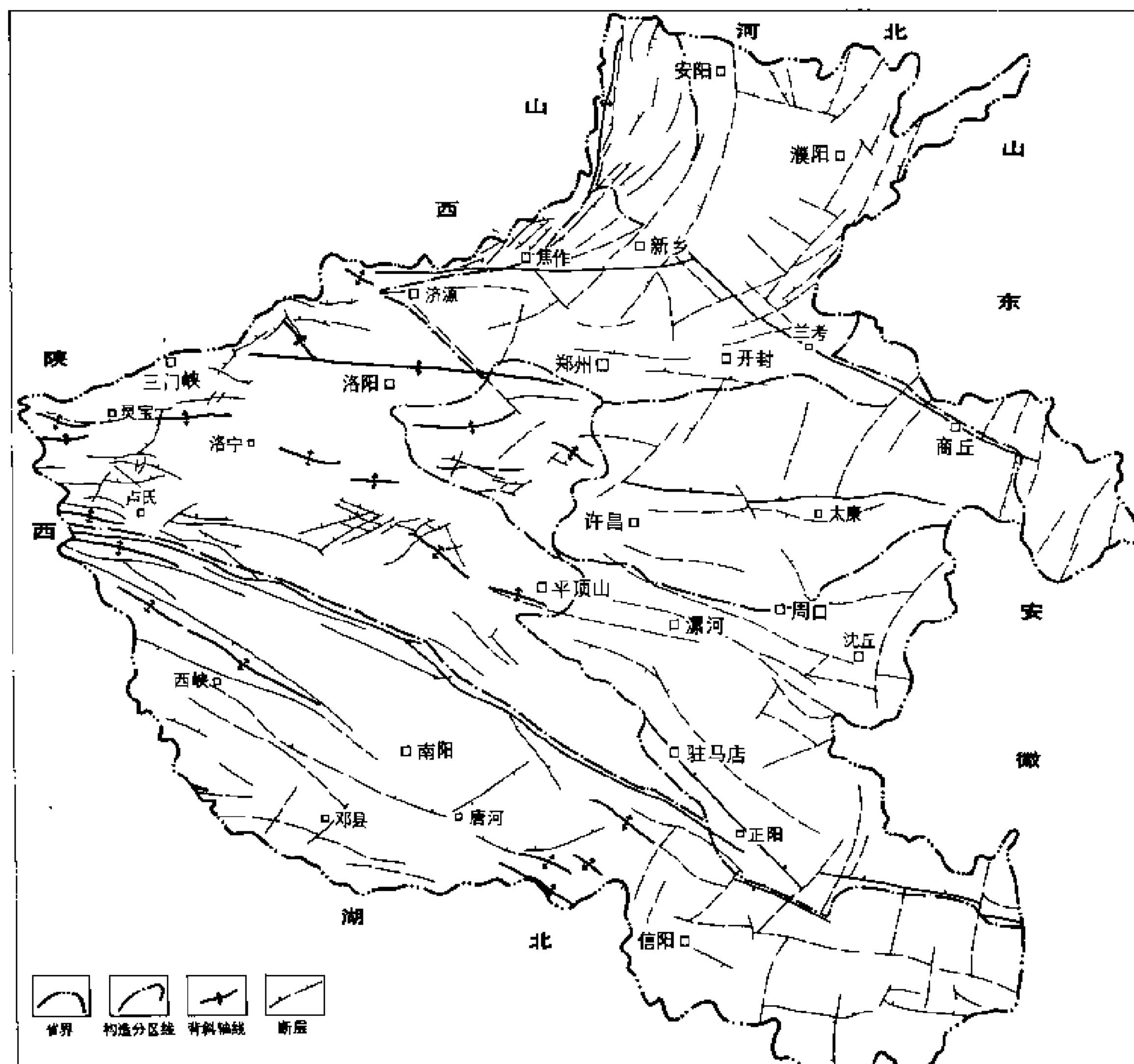


图 3-6　河南省构造纲要略图

②中部及南部受到三个不同类型构造体系的影响：东部为郯庐大断裂所控制的构造体系；西部为昆仑及松潘甘孜褶皱带构造体系；南部为扬子地台构造体系，使主要构造走向以北西向为主，向东逐渐变为北东向，如周口坳陷各构造带及太康隆起走向；

③三叠纪后环太平洋和特提斯构造域形成和发展时期，断裂运动加剧，北西—北东向的老断层活动加强，同时，被北东向构造体系的后期断裂所切割，两组断层互相作用，成为中、新生界盆地形成和发展主要控制因素，也是控制油气区的主要因素。以上所述基本特征，为本省的构造层、大地构造单元划分主要的依据。

一、构造旋回及构造层的划分

河南境内构造运动旋回与华北地区相似，晚太古代以来可分为嵩阳、中条、王屋山、晋宁、加里东、华力西、印支、燕山及喜马拉雅9个构造旋回。在漫长的地质历史过程中，中条和印支运动在大地构造演化上，具有重要的意义，中条运动形成了中朝地台，使河南大部分地区为华北的一部分，进入了地台地史发展期；印支运动使地台解体，滨太平洋和特提斯期喜马拉雅构造域开始强烈活动，对后期的构造层的发育和演化有明显的控制作用。根据地层沉积发育特点及地层接触关系将河南境内地台区部分划分为：基底构造层、地台构造层、中、新生代陆相坳陷及断陷构造层；秦岭皱褶区部分划分为：地槽型构造层、中、新生代陆相坳陷及断陷构造层（表3-4）。

1.构造旋回

（1）嵩阳旋回　这是省内已知最早的构造旋回。包括晚太古代和更早的建造和改造作用，其主褶皱幕称嵩阳运动，发生于距今25亿年左右的晚太古代末期。该运动在嵩山登封县境内，表现为一次强烈的褶皱运动，区内登封、济源、信阳等地可见其踪迹。登封下元古界嵩山群明显角度不整合于太古界登封群之上，信阳下元古界苏家河群与太古界大别群也呈不整合接触，这一时期是古陆核的形成时期。

（2）中条旋回　主幕为中条运动，其大致发生于距今19亿年左右，也是一次较强烈的褶皱运动。表现于中元古界与下元古界为明显的角度不整合接触。栾川县鸭池河中元古界熊耳群底部砾岩不整合于下元古界嵩山群石英片岩之上。中元古界的变质砾岩倾向10度，倾角30度；而下元古界的黑云斜长片麻岩倾向285度，倾角40度，二者产状具明显差异。这种接触关系在信阳尖山、栾川大清沟也有发现，证明该运动造成了区域性不整合。受其影响，下元古界普遍变质或混合岩化，多为绿片岩相、角闪岩相，局部为高绿片岩相，甚至为麻粒岩相，太古界的侵入岩也发生了变质和片理化。形成了下元古界线性褶皱。

中条运动之后北秦岭地槽全面回返，结束了优地槽发展史，成为冒地槽。陆壳边缘迅速增长，中朝准地台基本形成，开始了槽、台并存的地史发展阶段。

（3）王屋山旋回　王屋山运动以晋、豫交界的王屋山地区中元古界熊耳群与汝阳群之间的不整合为代表，时代为中元古代早期的末叶，是一次褶皱运动。济源山顶村，卢氏八角山均有表现，受其影响中元古界下部中等程度褶皱，岩石也发生了轻微变质。

（4）晋宁旋回　晋宁旋回是中、晚元古代的一个构造旋回，时限为14亿～8亿年间。有两期褶皱运动和一期升降运动。

晋宁运动：包括初幕和主幕两个构造幕。初幕仅波及南秦岭地区。

主幕发生于晚元古代早期末，波及河南全境，是继中条运动之后的一次较强烈褶皱运动。其表现在南秦岭褶皱带上震旦统陡山沱组变质砾岩平行不整合或不整合于上元古界毛堂群之上；中朝准地台区的鲁山，叶县等地震旦系黄连垛组与上元古界洛峪群呈微角度不整合，灵宝、箕山也具相同情况，反映了该运动的区域性质。经晋宁运动后，河南境内准地台区更加稳定，南秦岭也向冒地槽转化。

（5）少林旋回　晋宁运动之后，距今约6亿年左右的早寒武世与震旦纪，其间尚发生过一次升降运动，表现于下寒武统平行不整合于震旦系罗圈组或更老地层之上，区测资料表明该运动同样具有区域性，使华熊台缘坳陷演化结束，秦岭地槽褶皱系结束大洋地壳发展史，在河南称为少林运动。

表 3－4　河南省构造旋回、构造层、大地构造演化简表

地质时代 (Ma)			构造旋回		构造运动	中朝准地台			秦岭褶皱系			大地构造演化		
新生代	第四纪	Q	喜马拉雅	X		中新生代陆相坳陷及断陷构造层	X	X_3	中新生代陆相坳陷及断陷构造层	X	X_3	近代构造	大陆边缘活动带阶段	
	2.4				～晚喜马拉雅运动									
	晚第三纪	N_2						X_2			X_2			
		N_1										地貌形成		
	25				～早喜马拉雅运动									
	早第三纪	E_3												
		E_2						X_1			X_1			
		E_1												
中生代	80				～燕山运动五幕									
	白垩纪	K_2	燕山	Y			Y	Y_5		Y	Y_5			
					～燕山运动四幕									
		K_1						Y_4			Y_4			
	140				～燕山运动三幕									
	侏罗纪	J_3									Y_3			
					～燕山运动二幕									
		J_2						Y_2			Y_2	中朝准地台盖层发生褶皱和断裂结束地台发展阶段		
					～燕山运动一幕									
		J_1						Y_1						
	195				～印支运动									
	三叠纪	T_3	印支	I		地台构造层	Zg4		地槽型构造层	I			准地台盖层形成阶段	
		T_2												陆间冒地槽发育阶段
		T_1												
古生代	280				?晚华力西运动									
	二叠纪	P_2	华力西	V										
		P_1												
	285				～中华力西运动									

续表

地质时代 (Ma)			构造旋回		构造运动	构造层：中朝准地台		构造层：秦岭褶皱系		大地构造演化	
古生代	石炭纪	C_3	华力西	V		地台构造层		地槽型构造层	V：V_2	秦岭地槽褶皱系转化为地槽褶皱隆起带	准地台盖层形成阶段；陆间冒地槽发育阶段
古生代	石炭纪	C_2	华力西	V		地台构造层		地槽型构造层	V：V_2		
古生代	石炭纪	C_1	华力西	V		地台构造层		地槽型构造层	V：V_2		
350					— 早华力西运动						
古生代	泥盆纪	D_3	华力西	V		地台构造层		地槽型构造层	V：V_1		
古生代	泥盆纪	D_2	华力西	V		地台构造层		地槽型构造层	V：V_1		
古生代	泥盆纪	D_1	华力西	V		地台构造层		地槽型构造层			
405					~ 晚加里东运动						
古生代	志留纪	S_3	加里东	C		地台构造层		地槽型构造层			
古生代	志留纪	S_2	加里东	C		地台构造层		地槽型构造层			
古生代	志留纪	S_1	加里东	C		地台构造层		地槽型构造层	C：C_2		
440					— 中加里东运动						
古生代	奥陶纪	O_3	加里东	C		地台构造层		地槽型构造层	C：C_2		
古生代	奥陶纪	O_2	加里东	C		地台构造层	Zg_3：Zg_3^2	地槽型构造层	C：C_2		
					— 早加里东运动						
古生代	奥陶纪	O_1	加里东	C		地台构造层	Zg_3：Zg_3^1	地槽型构造层	C：C_1		
500											
古生代	寒武纪	ϵ_3	加里东	C		地台构造层	Zg_3：Zg_3^1	地槽型构造层	C：C_1	华熊台缘坳陷演化结束秦岭地槽褶皱系结束大洋地壳发展史	
古生代	寒武纪	ϵ_2	加里东	C		地台构造层	Zg_3：Zg_3^1	地槽型构造层	C：C_1		
古生代	寒武纪	ϵ_1	加里东	C		地台构造层	Zg_3：Zg_3^1	地槽型构造层	C：C_1		
600					— 少林运动						

续表

地质时代 (Ma)			构造旋回及构造运动			构造层						大地构造演化		
			构造旋回		构造运动	中朝准地台			秦岭褶皱系					
晚元古代	震旦纪	Z_2	少林	S		地台构造层	Zg_2	Zg_2^2	地槽型构造层	J	J_2		准地台盖层形成阶段	断陷地槽发育阶段
		Z_1												
	800				~ 晋宁运动主幕									
	早期	Pt_3^1	晋宁	J	– – 晋宁运动初幕			Zg_3^1			J_1			
	1000													
中元古代	晚期	Pt_2												
	1400				~ 王屋山运动									
	早期		王屋山	W			Zg_1			W				
1900					~ 中条运动									
早元古代		Pt_1	中条	Z		基底	Z			Z		中朝准地台基底形成，秦岭地槽褶皱系结束原生优地槽演化	准地台基底形成阶段	原生优地槽发育阶段
2500					~ 嵩阳运动									
晚太古代		Ar_2	嵩阳	S			S			S				

(6) 加里东旋回　加里东旋回为早古生代一构造旋回，主要有三次构造运动，在中朝地台区和南秦岭褶皱带影响程度有所不同。

中朝准地台区：

怀远运动发生于早奥陶世末，表现于中奥陶统马家沟组底部与下奥陶统—寒武系为平行不整合。该运动主要表现为升降运动，造成中奥陶统自北而南超覆层位变老，沉积厚度减小。

中奥陶世末期，地台区另一次明显的升降运动，使中朝准地台长期处于隆起状态，缺失晚奥陶世—早石炭世沉积，影响范围广泛，延续时间长。在全区表现为中石炭统与寒武—奥陶系的区域性平行不整合接触关系。

晚加里东运动地台区仍为隆升，与中奥陶世末发生的中加里东运动连续难以区分，

南秦岭褶皱区：

早加里东运动，中、上奥陶世早期的基性火山岩喷发，火山岩与下奥陶统呈平行不整合接触。

中加里东运动表现为持续沉降性质，奥陶系与志留系为连续沉积。

晚加里东运动该区呈轻微的褶皱，而后抬升缺失了中志留世—早泥盆世地层。中泥盆统具底砾岩，平行不整合覆于下志留统之上。

总观加里东旋回，是秦岭褶皱带的定型期。此后中朝准地台海水大规模退出，逐渐结束了广海沉积环境，转入了海陆交互及陆相沉积体系，对河南构造演化也起了相当重要作用。

(7) 华力西—印支旋回　晚古生代至三叠纪，因占全省面积的二分之二的中朝准地台区上古生界与三叠系为连续沉积，构造运动性质差异不大，可划为一个旋回，该构造旋回含四次构造运动。

早华力西运动南秦岭有所表现，上泥盆统与中石炭统呈平行不整合接触，缺失早石炭世早期沉积，为短暂的升降运动。但商城一带受其影响沉积了巨厚的石炭系煤系地层。

中华力西运动秦岭褶皱带为明显褶皱运动，火山岩发育，而秦岭地槽回返、褶皱，伴随有一定的区域变质作用，同时秦岭区由海相沉积转为陆相沉积。在中朝准地台区，则为频繁的升降，影响了石炭纪海平面的升降及海水的频繁进退。

三叠纪末期发生的印支运动，是一次较重要的褶皱运动。造成了三叠系及以前地层的宽缓褶皱，同时进入了新的以断陷为主的构造运动阶段，奠定了中朝准地台区南北向隆、坳相间的格局之基础。结合近年覆盖区钻井及物探资料见如下情况：

①济源、陕渑等地下侏罗统义马组与上三叠统谭庄组呈平行不整合或角度不整合接触。

②西峡县米坪等出露的上三叠统褶皱相对较紧密，局部发生变质。

③地台区北西向复向斜内保存有三叠系，如济源—尉氏—淮阳—倪丘集凹陷；谭庄—固墙一带；其间的复背斜如临颍凸起三叠系～二叠系剥蚀殆尽。谭庄凹陷地震资料见中下三叠统与侏罗—白垩系呈角度不整合。

上述现象反映了印支运动为一次较强的褶皱运动。

(8) 燕山旋回　燕山旋回是省内重要的构造阶段。发生于侏罗纪—白垩纪，分五个构造幕。

燕山运动一幕：发生在中下侏罗统之间，在义马地区中侏罗统马凹组平行不整合于下—中侏罗统义马组之上，表现为升降运动。

燕山运动二幕：义马地区上侏罗统砾岩与中侏罗马凹组呈平行不整合；固始、商城等地

上侏罗统段集组不整合于中侏罗统朱集组之上。

燕山运动三幕：发生于晚侏罗世末到早白垩世初，是一次较强的褶断运动。普遍表现为沿大断裂火山活动强烈，以中基、中酸性喷发为主。如汝南凹陷周17井钻遇1744米左右安山岩，钾氩法测得绝对年龄值为1.35亿年。侏罗系褶皱和断裂，如光山上岗下白垩统陈棚组不整合于上侏罗统段集之上。

燕山运动四幕：发生于早白垩世末，在谭庄—沈丘凹陷下白垩统与上白垩统—下第三系呈角度不整合。潢川凹陷陈棚组与上白垩统周家湾组也为角度不整合。该期运动造成岩浆喷发活动迅速减弱，酸性岩浆侵入增强，形成了大规模的花岗岩体。

燕山运动五幕：表现微弱，上白垩统与下第三系一般为连续沉积。

燕山旋回岩浆活动强烈，断陷湖盆开始发育，西部地区隆起，东部地区沉陷，东西分异加剧，是全省构造发展重要的转折时期。

(9) 喜马拉雅旋回　喜马拉雅旋回继承了燕山旋回构造特征，加剧了断层拉张，使差异升降运动进入全盛时代。包括早、晚喜马拉雅两次构造运动。

早喜马拉雅运动：

发生于早第三纪末期，以上、下第三系角度不整合为代表。据各盆地内大量钻井和物探资料，该运动在全省所有断陷均有表现，在不同凹陷内上第三系不整合于渐新统或始新统之上，如洛阳盆地上第三系洛阳组与始新统呈不整合接触；东濮凹陷上第三系与渐新统不整合接触，表明了该运动在省内具普遍性，也与中国东部同期构造运动可对比。这次运动结束了下第三系断陷盆地生成发展史。

此外，早第三纪中期，某些断陷尚有局部差异升降运动。如沈丘凹陷始新统玉皇顶组与核桃园组之间的超覆关系；核二段与核一段之间的超覆关系。

晚喜马拉雅运动：

晚第三纪末的一次区域性构造运动，表现为上第三系与第四系区域性的角度不整合接触，它形成了河南西高东低的现代地貌。

喜马拉雅旋回对河南油气资源的形成、分布、保存起重要控制作用，目前所发现的油气层主要分布于下第三系始新统—渐新统，核桃园组和沙河街组的地层。

二、构造层的分布及其特征

从石油地质角度考虑对油气资源的控制作用，并根据构造层的一般划分原则：沉积相、大的沉积旋回及接触关系（规模较大的构造运动）。区内划分了三个大构造层，七个构造亚层，特征与划分如表（表3–4）。

1.基底构造层

主要为太古界和下元古界两套变质岩系，包括:太古界登封群、太华群、大别群，为复杂的区域变质岩和混合岩系。下元古界为片岩、绢云片岩、石英岩、片麻岩、大理岩等，变质程度亦达中度变质。两套地层厚巨大（1～1.7万米），褶皱复杂，构成了不同时期沉积盆地的古老结晶基底。

该构造层由于岩性分布很不均匀，影响了覆盖层的构造形态，济源、开封、登封、太康等地主要为太华群、登封群；鹿邑、徐蚌凹陷为秦山群，航磁资料反映为宽缓正磁场区，周口—倪丘集以南，包括汝南、东岳等地为弱磁区，推测为下元古界中浅变质岩系。东经115度为界，以东构造线以北东、北北东为主，以西主要为北西向，两组构造线交切于该线可能反应了东西结晶基底性质的差异。

2.地台构造层

中元古代末期—三叠纪占全省面积三分之二以上的中朝准地台进入了较为稳定的地台发展阶段，虽然比北美、俄罗斯等稳定地台活跃，但由浅海陆表海向湖泊沼泽及陆相湖盆的转化中，仍形成了分布广泛、厚度稳定、未经变质的三套生储油层系。南秦岭褶皱带沉积剖面具冒地槽特征，省内分布面积小。

中朝准地台区该构造层分三个亚层：

(1) 下亚层　由中、上元古界组成。分布于豫西、豫北和汝南息县一带。除熊耳群为火山岩外，汝阳群、洛峪群为河流三角洲、滨、浅海相砂泥岩及碳酸盐岩，沉积厚度达 1079 米，有轻度变质，成油气条件差。东岳凹陷周参 6 井井深 2550～3209 米揭露了 659 米海相砂泥岩与碳酸盐岩互层，其平行不整合于震旦系罗圈组之下，依层位关系和岩性对比认为属徐淮群青白口系。该地层未经变质，具一定生油气能力，为早元古代以来第一套可能具含油远景的沉积盖层。

(2) 中亚层　包括寒武系和奥陶系。属陆表海环境下形成的碳酸盐岩、砂泥岩，厚度 700～1800 米，岩性稳定，分布遍及全省。寒武系上部碳酸盐岩生储油条件较好，下部以红色碎屑岩为主夹碳酸盐岩，生油条件较差，沉积具南厚北薄特征。奥陶系为质纯性脆的石灰岩，夹白云质灰岩，白云岩，北厚南薄，目前残存地层分布于洛阳—禹县—淮阳一线以北，生储油条件较好。该构造层与上亚层石炭二叠系组成了第二套含油目的层系。

(3) 上亚层　上亚层由石炭二叠系和三叠系组成。石炭二叠系厚度为 1100～1500 米，为含煤建造。煤层厚 20～30 米，暗色泥岩厚 166.5～544.0 米，为煤成气气源岩。其残存分布面积 4.84 万平方千米，其中砖淮断裂以北的济源、中牟、太康、鹿邑、倪丘集等地保存完整，连片分布，面积 2.51 万平方千米；该断裂以南则分布零星，残存厚度一般小于 600 米。石炭二叠系是勘探煤成气的有利层系。

三叠系为陆源碎屑岩建造，中、下部以红色砂泥岩为主；上部深灰、灰、黄绿色泥岩，棕黄、灰白色粉细砂岩互层，具一定生油条件，最大厚度为 3600 米，是省内勘探目的层之一。分布于洛阳、济源、中牟、尉氏、鹿邑等盆地，与石炭二叠系共同组成了较稳定地台发展时期最晚的构造层。

3.断坳构造层

分四个构造亚层：

第一构造亚层：

由侏罗系组成，中、下侏罗统为含煤碎屑岩建造，上侏罗统为火山岩建造。该亚层呈断陷式沉积，内部结构复杂，各凹陷岩性组合变化较大，义马、济源一带下部沼泽相煤层发育，中部红色碎屑岩缺乏上统火山岩，厚度为 1500～2500 米。周口南部及大别山北麓煤系不发育，而上统火山岩发育，厚度较大，一般为 1000～4000 米。周口北部及太康等地缺失侏罗系。

第二构造亚层：

下白垩统，岩性为河流—湖泊相深灰—灰黑色泥岩、灰白—浅灰色中细粒砂岩、砂砾岩组成，生油条件较好，厚度为 5000 余米。主要分布于谭庄—沈丘一带，面积 >2000 平方千米，大别山北麓，任店盆地也有分布，但厚度变化较大。

第三构造亚层：

该亚层分布于晚白垩世—早第三纪断陷内，它与断陷边界主断裂同步形成，沉积厚度、

岩性岩相均受主干断裂控制，厚度为1000～7000米。整个沉积旋回的岩性组合有红—灰—红或红粗和红—灰—红—灰—红三种组合，部分含盐膏层、碱层沉积及油气资源。因分布受断陷控制，分割性强，沉积凹陷面积相差悬殊，大者5000平方千米以上，小者不足200平方千米，形成了独立的沉积单元。

第四构造亚层：

由上第三系和第四系组成。以河流冲积平原碎屑沉积物为主，分布广泛，厚度变化小，呈近水平状产出，覆盖了省内大部地区。其一般厚度为500～2000米，最厚3200米，形成了河滩平原。

三、地质发展史

河南地质发展史大体可划分三个主要演化阶段（图3-7）。

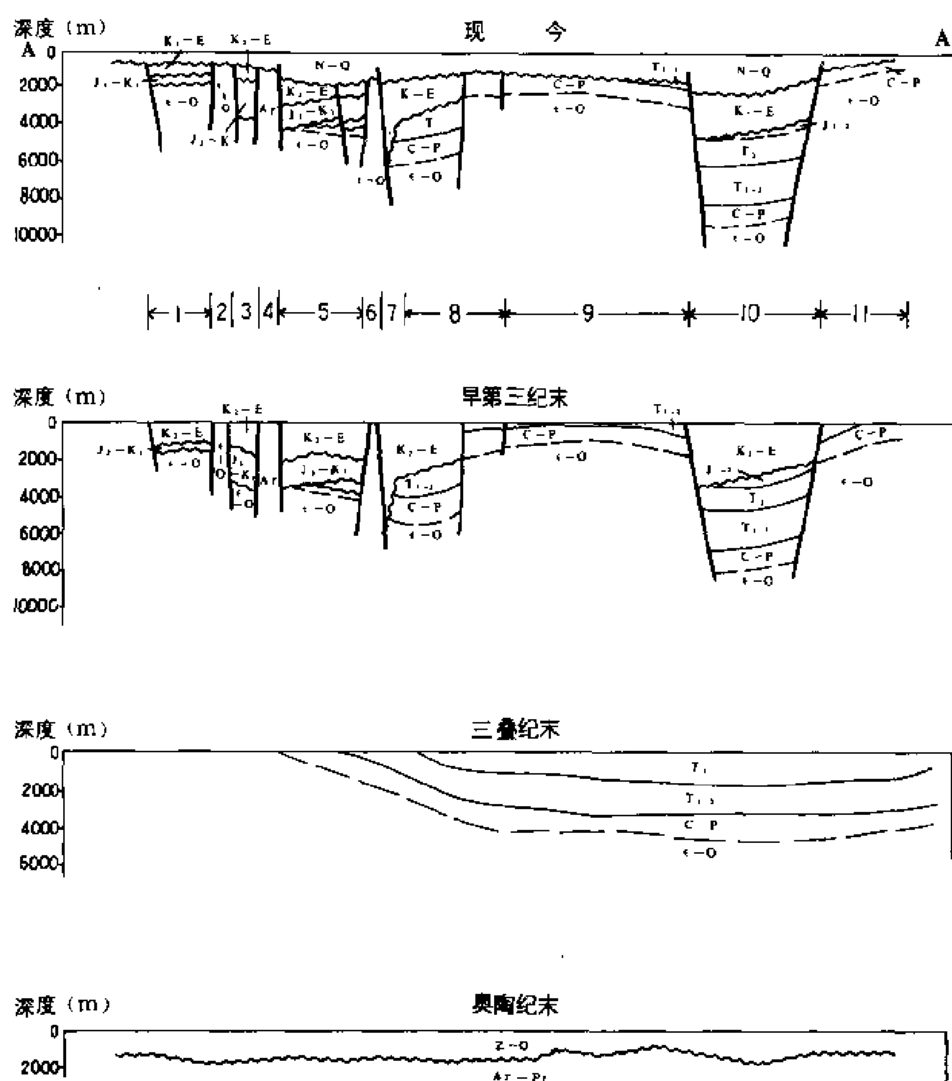


图3-7 河南省构造发展阶段示意图

1—东岳凹陷；2—平舆凸起（南）；3—临泉凹陷；4—平舆凸起（北）；5—沈丘凹陷；6—郸城凸起；7—新站社凹陷；8—鹿邑、逊姆口凹陷；9—太康隆起；10—中牟凹陷；11—山西隆起

1.基底形成阶段

区内古老结晶基底是由25亿年前的嵩阳运动和19亿年前的中条运动共同形成。据区测资料，省内最古老地层为大别群、登封群和太华群，Rb—Sr法测得年龄值为30.1亿年左右，推测古陆核大体形成于30亿年前后。恢复太古界原岩建造、具类似优地槽沉积特点，一些浅变质区有大洋拉斑玄武岩系列的特征，说明太古代末期嵩阳运动使该古老地层强烈褶皱变质，产生区域性混合岩化作用，并造成了嵩山和桐柏—大别古陆核。

早元古代，嵩山古陆核周缘为冒地槽，以嵩山群为代表，下部主要为粗碎屑岩建造，上部为复理式建造。嵩山古陆核与桐柏—大别古陆核之间为优地槽，以秦岭群、苏家河群和陡岭群为代表。至早元古代末，中条运动造成上述地层剧烈褶皱和区域变质，岩石固结硬化，太古代古陆核增生，拼合形成了华北地台区统一基底。

2.地台发展阶段

中、晚元古代至三叠纪是地壳运动由活动型向稳定型转化，华北地台发展时期，秦岭地槽变为冒地槽型，并逐渐转为结束时期。

中元古代由于镇平—梅山、内乡—商城、栾川—固始深断裂的控制作用，早期秦岭地层区接受了优地槽沉积，华北地层区华熊一带则为熊耳群火山岩建造，地壳运动较为活跃，中元古代中、晚期华北地层区地壳以整体升降为特点，中朝准地台趋于稳定，豫东地区隆起，未接受沉积；豫西地区沉降，形成了两个局限海盆，海水自东向西侵入，接受了汝阳群、洛峪群海相碎屑岩和碳酸盐岩沉积。而秦岭地层区仍发育了优地槽型细碧—石英角斑岩建造，有人认为属碱性玄武岩—碱性拉斑玄武岩系列，具深源性质。

中元古代末发生的晋宁运动较为强烈，华北区缓慢上升，海水退出，洛峪群挠曲；秦岭区则产生紧密线型褶皱和区域动力变质，有造山运动的性质。

经过晋宁运动，本区洋壳关闭，统一大陆地壳最终形成，中朝准地台更加稳定，秦岭褶皱系已具雏型，结束了台缘活动带的发展史。

晚元古代时期，虽然秦岭褶皱带仍处比较活动的地带，但中朝准地台则稳定升降，沉积区逐步向北扩大，震旦纪曾有山岳冰川活动和海相冰水沉积，末期发生的少林运动使海水一度退出全区，寒武系平行不整合或不整合于晚元古代地层之上。

经少林运动之后，加里东期进入了地台稳定发展时期。早古生代地壳缓慢下沉，中朝准地台被海水侵没，海域宽阔，水体较浅，生物群兴盛，发育了寒武、奥陶系滨、浅海环境的广泛的地台盖层，南秦岭则形成了较深的局限海盆，沉积厚度较大，海侵时期较长，从寒武纪延至泥盆纪。

加里东期构造运动主要为升降运动。中朝准地台寒武纪海水自南而北侵入，沉积厚度南厚北薄。末期地壳抬升，地层剥蚀南强北弱，古地形南高北低，登封—固始一线西南缺失了下奥陶统沉积。中奥陶世华北区地壳又缓慢沉降，海侵自北而南扩大到临汝—禹县—确山一线，北厚南薄，超覆于下奥陶—寒武系不同层位之上。该期地壳振荡运动加剧，升降频繁，多见角砾状碳酸盐岩。中奥陶世末，中加里东运动使地台隆起，结束了早古生代海侵，晚奥陶世直至早石炭世长期处于隆起风化剥蚀阶段，形成了准平原。

寒武纪南秦岭区继承了震旦纪海槽，奥陶纪海槽缩小、泥盆纪海槽仍然存在，并在早古生代期间，发生了多期的升降运动。北秦岭区在加里东期开始了隆升褶皱运动。

进入华力西期之后，本省内发生了不均衡地壳运动。中朝地台再度下沉，石炭纪自东南向西北海侵，沉积了海湾潮坪环境的含煤建造，该期海侵已不如早古生代广泛，海岸线大

致在洛阳—登封—禹县—郑州—濮阳—济宁—沛县一线，北部河流三角洲发育，南部有海湾障壁岛。二叠纪振荡运动频繁，虽整体为海退趋势，但曾出现数次海岸线向北扩展，在宜阳—密县—太康—宿县一线以南主要为分流间湾或淡化海湾沉积，以三条古河道自北而南注入间湾，向北可分为分流间湾—三角洲平原—河流冲积平原沉积环境，发育了900～1100米煤系地层，并逐渐过渡到三叠纪的陆相沉积。二叠纪地台缓慢抬升，海水退出，逐渐结束了境内海侵历史，沉积了二叠系含煤建造。

北秦岭受深断裂影响，形成了石炭系海槽沉积了7200米含煤磨拉石建造，似冒地槽沉积，中华力西运动使其褶皱、变质、伴有大规模岩浆侵入。南秦岭石炭系承袭泥盆纪海槽，中石炭世晚期发生的中华力西运动形成华力西褶皱带，结束了南秦岭冒地槽发展史。印支期秦岭—大别褶皱带最终形成。

印支期继承了华力西期快速沉降特点，形成了三叠系大型坳陷。其沉积沉降中心在济源—尉氏一带，走向北西，厚度为3000～3600米。向坳陷周缘厚度减薄，时代偏老，主要是中、下三叠统红色碎屑沉积，遍布整个地台区。厚度上的差异说明地台已明显的活动。

印支期发生的印支运动对陆内构造演化起相当重要的作用，结束了区内稳定地台的发展史，褶皱运动较强，三叠系形成宽缓褶皱，北淮阳褶皱带形成，该褶皱带南部石炭系、二叠系及三叠系剥蚀殆尽，仅复向斜轴部有残存。另外，断层活动加剧，奠定了现今构造格局的雏形。

3.裂陷阶段

印支期之后，省内大部隆升为陆，地壳活动由褶皱大规模升降转为块断性质，南北分异变成东西分异。尤其郯庐断裂的活动，显著地影响了本区构造面貌。

侏罗纪断陷湖盆主要分布于豫北义马—济源一带，发育了内陆湖沼相含煤陆屑建造。因断裂分割作用，相带变化大，义马煤层厚、质优可采，济源却成为煤线。大别山北麓尚发育一些山间盆地，堆积了红色磨拉石建造。受燕山运动二幕影响，侏罗系褶皱和断裂，原北西向古老断裂复活，加上郯庐断裂影响，产生了北北东向或北东向断裂，与前者组成共轭断裂网，沿断裂带伴有酸性火山岩侵入。

燕山运动二幕以后，块断及岩浆活动愈演愈烈。早白垩世东西分异尤为显著，豫西隆起未接受早白垩世沉积，豫东则发育了断陷湖盆，谭庄—沈丘断陷沉积厚度在5000米以上，为湖相暗色泥岩及砂砾岩，有机质丰富，生油条件良好。周口、太康以北未见该套地层。在大别山前则火山岩发育，总体上下白垩统下部均为中基性火山岩为主。

燕山运动第四幕，全省地壳上升，断裂差异运动使地层倾斜、剥蚀，与上白垩统形成角度不整合，并且大规模中、酸性岩浆侵入，形成了大面积花岗岩体。晚白垩世的沉积则限于大小不等断陷内，为红色粗碎屑岩与早第三纪连续沉积。

喜山期是断块和差异升降运动的高潮期。喜山早期，断裂活动加剧，全省形成了26个规模不等的断陷湖盆、其延展方向与边界断裂方向一致，沉积沉降中心多位于断裂下降盘一侧，堆积了2000～7000米陆源岩。而凹陷间的凸起及周缘隆起区则强烈上升，遭受剥蚀，形成坳、隆相间，沉积盆地分割性强的构造格局。

喜山期有两次较明显构造运动。早第三纪晚期喜山一幕，使地层抬升、剥蚀，形成上、下第三系不整合。沿一些较大断裂，有中基性岩浆喷发。该运动是新构造运动较强最后一幕，是块断活动结束期。

晚第三纪末的喜山二幕则主要为升降运动，使河南大部分地区形成了河滩平原。

四、构造单元划分

*1.*深大断裂

对构造运动及构造形态区域分布特点、岩浆活动、矿产分布起控制作用的深大断裂，河南省境内一共有5条:

(1) 栾川—固始断裂 位于栾川—鲁山—确山—固始一线，呈北西西向，长550公里，向东与肥中断裂相连，是中朝准地台与秦岭褶皱带的分界。断裂带内构造复杂，具较宽的挤压破碎带，断裂切割层位至下元古界以下，沿断裂带分布有中条期、晋宁期、加里东至燕山期火山岩。

(2) 太行山东麓深断裂 位于太行山东麓，呈南北展布，北入河北省，省内向南延伸几百公里，宽40～50公里，航磁为密集梯度陡变带，统称太行—武陵断裂，断距可达1500～2000米，最大为5000多米，为豫西降起和豫东坳陷区的分界线，地形上为山区与丘陵平原区的分界线，见深源物质沿深断裂上侵或喷溢，形成了超基性—基性岩体，该断裂近代地震活动频繁。

(3) 焦作—商丘深断裂 位于济源、焦作、兰考、商丘一线，走向近东西转北西，呈反"S"型延展，长400公里，断距为1000～6000米，断裂纵向延至太古界，是两种不同方向构造线的分界线，其北构造线呈北北东向或近南北向，其南为近东西向，沿断裂带有不同时期岩浆岩。

(4) 内乡—桐柏—商城深断裂 位于西峡木家垭、内乡、桐柏、商城南一线，向西可与陕西、山西深断裂相连，向东消失于商城花岗岩体内，长400公里。该断裂为南、北秦岭褶皱带的分界，深部断至岩石圈，有深源物质上涌，形成晋宁期超基性岩和石英闪长岩体，具明显剪切性，沿断裂分布较宽的糜棱岩及片理岩带，柔皱破碎严重，重阳、商城等地有温泉。

(5) 朱阳关—夏馆—大河深断裂 位于朱阳关、夏馆、大河、信阳一线，呈北西西走向，长350公里，深部断至下元古界以下，控制了加里东期超基性—中性岩侵入体，北侧主要为二郎坪群、南侧为秦岭群。

*2.*构造单元划分

(1) 构造划分原则

1) 一级构造单元，考虑统一的大地构造背景：基底性质、构造运动特征、沉积环境、以深大断裂为边界，并在地台、地槽背景上进一步划分的构造单元。

2) 二级构造单元，在一级构造单元背景上，根据构造主要走向、构造活动程度和性质的差异、基底以上沉积盖层发育程度和类型，以大断层为边界进行划分。

3) 根据油、气勘探的特点，以沉积盆地作为勘探和评价的重要单元，因此，三级构造的划分，结合主要勘探目的层，基本上以中、新生界盆地为单元（包括：山间盆地及坳陷类型复合盆地），包括由多个沉积单元所组成的复合盆地作进一步划分的构造单元（凹陷及相对的凸起区），以控制中、新生界沉积单元的次级断裂为界。

4) 为了应用方便，构造名称尽量沿袭原来通用的术语。

(2) 根据以上原则，将河南省划分为：4个一级构造单元，30个二级构造单元及40个三级构造单元（见表3-5）（图3-5）。

表 3–5　河南省构造划分表

一级	二级	三级
豫西隆起区	济源盆地、三门峡盆地、项城盆地、洛阳盆地、伊川盆地、大金店盆地、临汝盆地、嵩县盆地、芦氏盆地、潭头盆地、太行山隆起	
豫东坳陷区	内黄隆起 临清坳陷 开封坳陷 汤阴地堑 太康隆起 周口坳陷	王村集凹陷、东濮凹陷、前梨园凹陷、葛岗集凹陷、中牟凹陷、民权凹陷、胙城—兰考凸起、襄城凹陷、舞阳凹陷、巨陵凹陷、逊姆口凹陷、鹿邑凹陷、新沽社凹陷、倪丘集凹陷、三塔集凹陷、谭庄凹陷、沈丘凹陷、新桥凹陷、临泉凹陷、阜阳凹陷、汝南凹陷、东岳凹陷、颜集凹陷、长山凸起、临颍—郸城凸起、平顶山凸起、平与凸起。
北秦岭褶皱带	马氏坪盆地、留山盆地、瓦穴子盆地、五里川盆地、夏馆盆地、西峡盆地、淅川盆地、桐柏盆地、石漆河盆地、任店盆地、板桥盆地、信阳盆地	罗山凹陷、平长关凹陷、潢川—固始凹陷孙铺凸起、长台关凸起
南秦岭褶皱带	南襄盆地（横跨南、北秦岭褶皱带）	南阳凹陷、泌阳凹陷、襄阳凹陷、枣阳凹陷（二个凹陷于湖北省）、新野凸起、师岗凸起、社旗凸起
4 个 1 级	30 个 2 级	40 个 3 级

第四章　南襄盆地石油地质特征

南襄盆地的地理位置于河南省的南部，横跨河南南阳、驻马店及湖北襄樊三个地区，地貌上为四面环山的盆地，大山系有西北部伏牛山、西南部武当山及东南部桐柏山，三叠纪秦岭地槽关闭后，燕山晚期开始形成的中、新生代陆相山间断陷盆地，沉积盆地周缘受到断层的控制，总面积17000平方千米，盆地内包括三个凹陷:泌阳、南阳和襄枣凹陷，在以元古界变质岩为主的基底上沉积了上白垩统及第三系。早第三纪是盆地主要的发育时期，下第三系厚度大（最大可达6000米），自下而上划分为玉皇顶—大仓房组、核桃园组及廖庄组，其中核桃园组是晚始新世湖盆稳定沉积阶段的产物，以较深湖相灰色泥岩、砂岩为主，夹白云岩，成为该盆地石油勘探的主要目的层。由于盆地内凹陷的形成受到断层的控制，在一系列北西向前中生代长期活动的老断层基础上，与燕山运动后期所产生的北东向新断层呈方格状切割，互相作用所形成的断陷式凹陷，分割性较明显。三个凹陷的沉积厚度、分布面积、生油条件及油气富聚程度差异较大，其中泌阳凹陷最佳，虽然面积最小，仅有1000平方千米，但下第三系厚度最大（最大为6000米），生油层最大厚度为2000多米，各项生油指标可与全国生油层一类凹陷相比，属含油气最丰富的凹陷，目前共发现七个油田，以“小而肥”的凹陷著称；南阳凹陷次之，面积3600平方千米，生油层最大厚度为1800米，发现了三个油田及二个出油点；襄枣凹陷虽然面积最大（4500平方千米），但因生油岩较薄，最大厚度仅800米左右，且不成熟，已完钻探井10口，未发现油气显示。

中生界下白垩统于盆地北部边缘和南部边缘有零星出露，凹陷内白垩系目前缺少钻井资料，根据地震资料推测白垩系厚度为1600～2400米。

第一节　构　　造

一、大地构造背景

南襄盆地位于河南南部秦岭—大别山地槽区，属燕山运动末期所形成的山间断陷盆地，北缘以方城—明港断裂为界，接近华北地台；南缘以广济—襄樊断裂为界与扬子准地台接壤，为二个地台之间的连接带，基底性质较复杂，北西向断层发育，使基底构造岩相带复杂化，并控制了它的分布，由北向南可以分为四个带（图4-1）:

①以朱阳关—夏馆—大河断裂为界，北部为信阳群（Pt_2x）及大河群（Pt_2d）混合岩化片麻岩及片岩带，受到海西期—燕山期花岗岩体大片侵入，露头区侵入岩面积大于二分之一；②内乡—桐柏断裂将地槽区分为南、北秦岭褶皱带，北侧为信阳群（Pt_2x）绿片岩相绢云母—黑云母岩带；③内乡—桐柏断裂南侧为陡岭群（Pt_1d）角闪岩相铁铝榴石岩带；④南秦岭褶皱带被新野断裂分成两个部分，南部为两郧群（Pt_2ly）、大狼山群（Pt_2dl）变质碎屑岩、变质火山岩带；西部为寒武—震旦系碳酸盐岩。

北西向的断裂系统产生时间早（前元古代），活动时间长，根据花岗岩侵入体及火山碎屑岩沿断层分布的情况，属多期侵入体，控制了盆地北西向基本格架。燕山末期以来，由于受环太平洋及特提斯构造运动的影响，使老断层活化，同时，产生一系列北东向断裂，与北

西西向断裂呈方格状相交，两组断裂性质均以张性为主，因此，使得其间的下降盘断块产生了楔形断陷，其沉降幅度以两条断裂相交处最大，控制了沉降中心，两组断层为凹陷主要沉积边界，如泌阳、南阳凹陷，断层活动强度控制了沉降幅度，为下第三系发育程度重要控制因素。

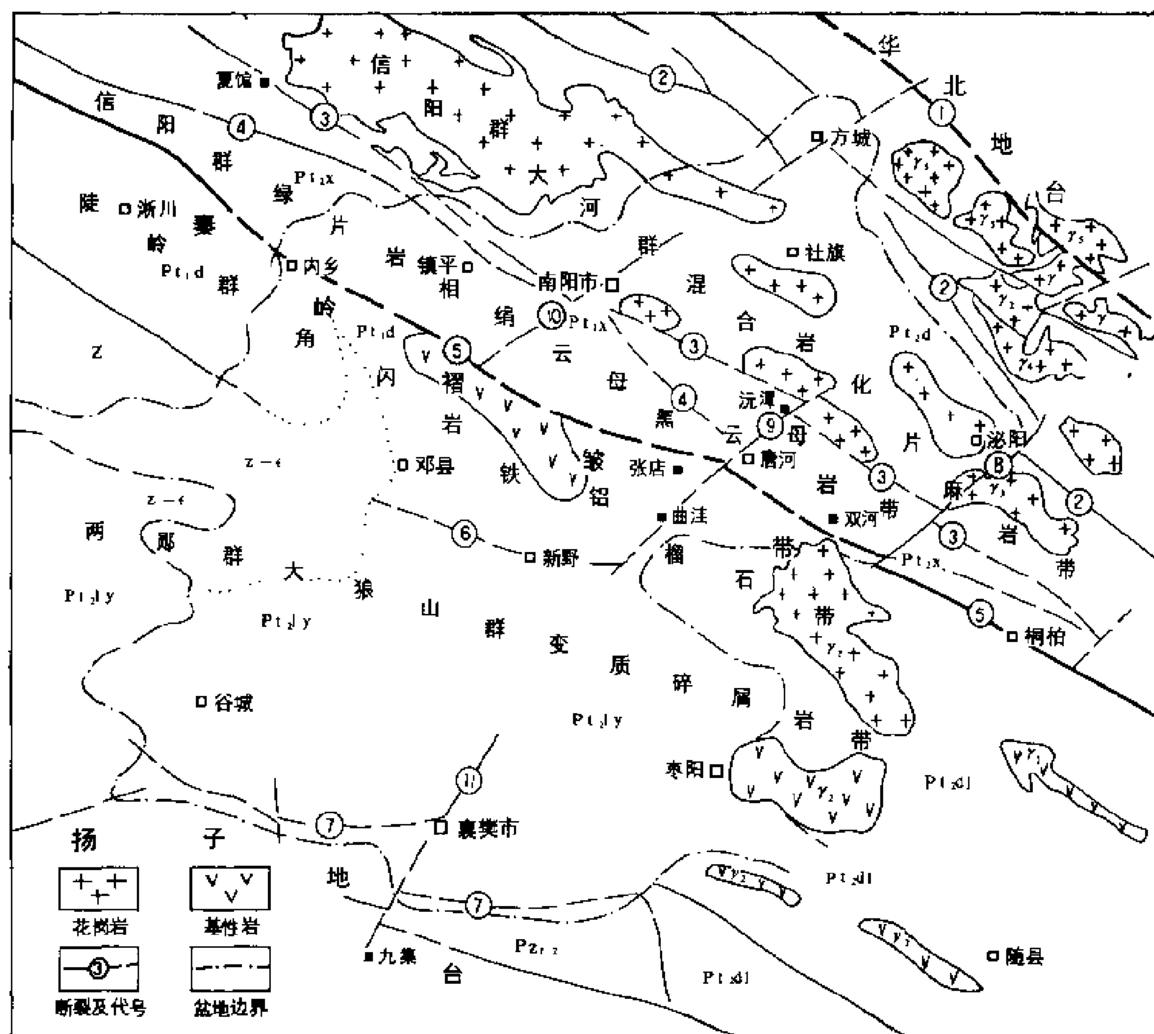


图 4-1　南襄盆地基底岩性图

①卢氏—确山断裂；②栾川—方城—明港断裂；③朱阳关—夏馆—大河断裂；④商南—镇平—松扒断裂；⑤内乡—桐柏断裂；⑥新野断裂；⑦襄樊—广济断裂；⑧栗园—泌阳断裂；⑨曲洼断裂；⑩南阳断裂；⑪九集断裂；Pt_2ly—两郧群：变质碎屑岩夹变质火山岩，东部为大狼山群（Pt_2dl）；Pt_2d—大河群：角闪片岩、角斑岩；Pt_2x—信阳群：片岩及大理岩；Z—∈—震旦系～寒武系盖层；γ_3—加里东期花岗岩；γ_4—海西期花岗岩；γ_5—燕山期花岗岩

二、主要断裂

主要断裂可分为两组，北西向和北东向。前者活动时间长、切割深度大、延伸长度大，是南襄盆地的主干断裂，控制盆地延伸方向的基本格架；后者一般延伸距离短，切割深度相对浅，属控制沉积凹陷的主要断裂。

1. 北西向断裂主要有 4 条：

①朱阳关—夏馆—大河深断裂（第三章第二节四部分已描述）。

②内乡—桐柏断裂，属南、北秦岭褶皱带分界线（第三章第二节四部分已描述）。

③新野断裂，由地震资料查明长 50 千米以上，西至王段店；东至刘瑛，为北倾正断层，断距 5000 米，属控制南阳凹陷南缘断层。

④襄樊—广济断裂，属秦岭—大别山地槽与扬子准地台的构造分界线，也是南襄盆地南缘边界，延伸长度大于 200 千米，区域性大断裂带，由几条断层组成束状分布，向西经房县入南大巴山，地表露头表现为北向南冲的逆断层，后期部分段性质发生变化，于盛康、襄樊一带为北倾正断层。

2. 北东向断裂主要有四条

①栗园—泌阳断裂，为泌阳凹陷东南部边界断层，露头区断层附近发育有碎裂岩及构造透镜体，显示为张扭性。长度约 35 千米，断距 8000 米以上，地震剖面上反映为断面倾向北西西的正断层。

②曲洼断裂，南阳凹陷东南部边界断裂，向南与新野断裂相切，向北经唐河延至沉潭东北部，长约 30 多千米，地震剖面为断面北西西倾的正断层，断距大于 5000 米以上，航磁异常表现为明显错位。

③南阳断裂，南阳市—方城一线，长 90 多千米，航磁资料两侧异常发生错移，地震剖面显示断面向南东倾斜，南东侧下掉形成程官营次凹。

④九集断层，位于襄樊市南北两侧，地震剖面上断面倾向北西向，为西掉东抬的张性断裂，长度大于 30 千米，将广济断层相对错开 15 公里，是晚期断层切割老断层较明显一例。

三、南襄盆地的演化特征

三叠纪前秦岭褶皱带处于冒地槽状态，由于夹持于华北地台和扬子地台两大构造单元之间，因此，构造走向长期受到它们的控制，形成了与构造边界大体平行的一系列北西—北西西向断裂，三叠纪地槽褶皱关闭，与两个地台连成一片形成大陆，开始了以断裂活动为主的构造运动，从晚白垩世开始断裂运动增强，北西向断裂“复活”，盆地内各凹陷南部边界断层，如襄枣凹陷南部广济断裂、南阳凹陷南部新野断裂、泌阳凹陷南部桐柏—内乡断裂，开始明显的活动，同时产生了一系列北东新断裂，如泌阳凹陷东部边界断裂、南阳凹陷东部边界曲洼断裂、襄枣凹陷的九集断层，与老断层互相切割或交汇，成为断陷式盆地内三隆（师岗、社旗、新野凸起）、三凹（泌阳、南阳、襄枣凹陷）基本构造格架，在早第三纪的整个地质时期，隆凹之间差别趋于明显，形成盆地内次级构造单元。

自晚白垩纪晚期开始，盆地基本上经历了断陷、坳陷二个主要的发展阶段，前段是凹陷和凸起构造单元主要发展阶段。

根据沉积岩发育特征，沉积凹陷的形成和发展过程又可划分为三个阶段（图 4–2）：快速沉降、稳定沉降及缓慢上升阶段，盆地的沉积范围相应地经历了由小到大；由分裂到统一的变化过程。

1. 盆地主要发展阶段及其沉积建造类型

（1）断陷时期（晚白垩世—渐新世）

1）快速沉积阶段（晚白垩世—中始新世）：盆地中三个沉积凹陷（泌阳、南阳、襄枣凹陷）处于断陷盆地形成初期阶段，均表现为快速沉积和快速堆积的特征，上白垩统及下第三系下部的玉皇顶组和大仓房组，为一套红色砂、泥岩和砾岩的碎屑岩类磨拉石沉积建造。这个阶段的末期，大仓房组沉积晚期，沉降速度相对减慢趋势明显，形成了一套红色含石膏团

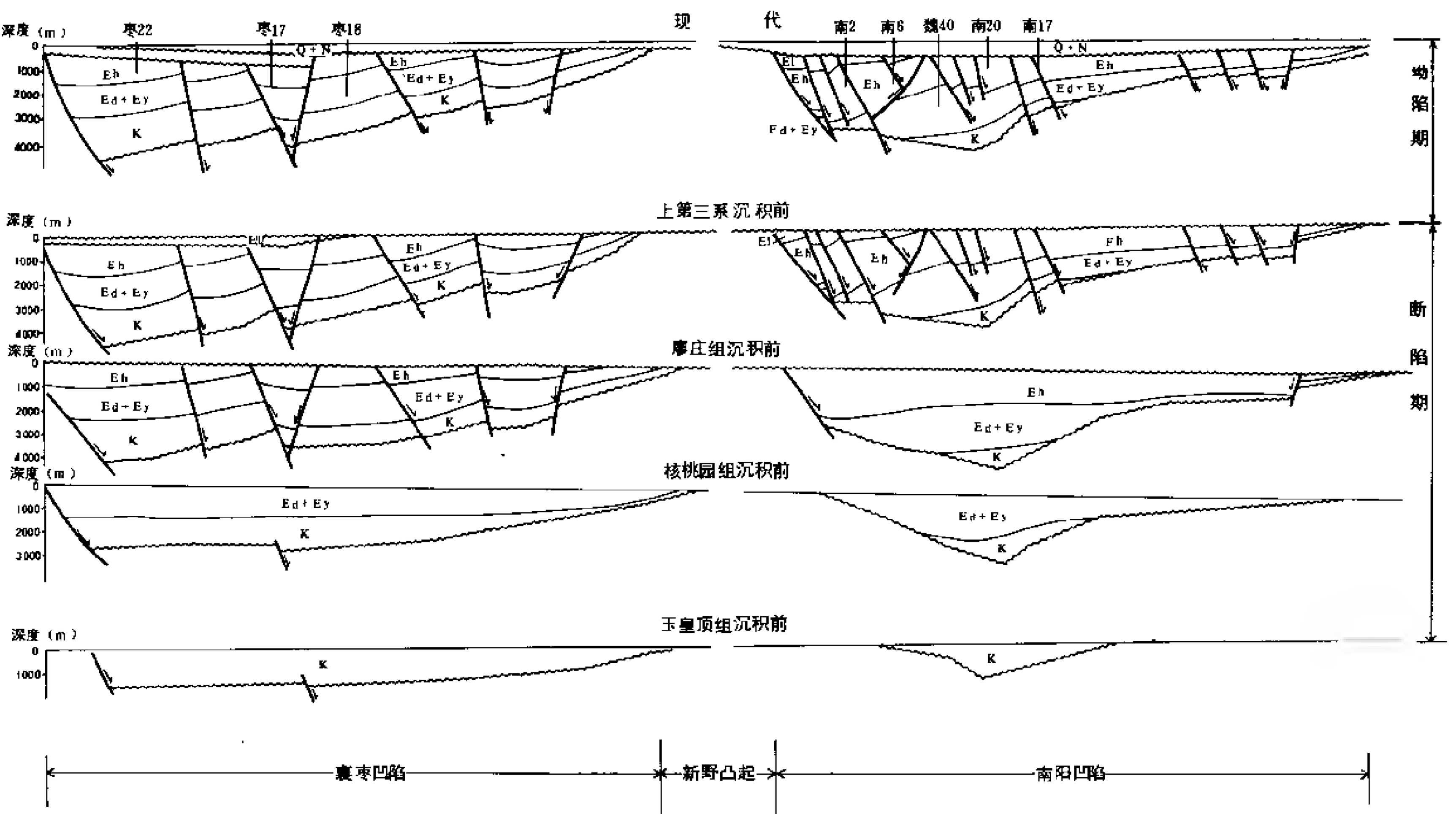


图 4-2　南襄盆地构造发展剖面图

块以泥岩为主的沉积。

2）稳定沉降阶段（中—晚始新世）：中—晚始新世，盆地各沉积凹陷转入了均衡地稳定沉降阶段。周围物源区经较长期的剥蚀后，相对高差减小，物源供给速度相对缓慢，沉降速度相对加快，导致沉积盆地湖水加深，水域扩大的局面，各凹陷的核桃园组各段逐层超覆，形成生物繁盛、有机质丰富的相对稳定较深湖相还原环境，沉积了较厚的灰—黑色泥、页岩夹白云岩，是生油岩主要沉积时期。特别是泌阳凹陷深湖相较典型，白云岩厚度最大超过600米，并夹有天然碱层。此期间，从沉积中心（两条断层交汇的陡带附近），到北部斜坡的盆地边缘，各沉积相带（深湖、浅湖、滨湖），围绕沉积中心呈明显环状分布，各相带不同类型的砂岩体较发育，与生油岩组成了良好的生、储、盖组合，成为该盆地油、气勘探主要目的层，特别是核三段及核二段。

3）缓慢上升阶段（始新世末期—渐新世）：核桃园组沉积后期，喜山运动二幕加剧，凹陷内局部构造幅度更加趋于明显，同时次级断层活动加剧，引起块断运动，明显地控制了核一段上部沉积厚度的变化，如南阳凹陷魏岗断鼻构造的Ⅱ断块（地堑），核一段上部地层比其它部位的厚度大200～300米。这次运动，使凹陷处于相对缓慢上升阶段，使核一段沉积分布范围缩小，特别是喜山运动二幕后期上升活动加剧，使凹陷边缘核桃园组遭受剥蚀，与上覆层廖庄组局部呈假整合或角度不整合接触。

廖庄组沉积期间，盆地继续缓慢上升，湖水变浅，沉积环境变为氧化环境，形成了一套以红色泥岩为主与厚层砂岩互层的沉积建造，沉积范围缩小，向深凹陷部位退覆，同时剧烈的块断运动在盆地内形成了众多的复杂次级断块，局部构造，如双河、下二门、魏岗和王集等构造基本定型。末期整个盆地上升遭受剥蚀，个别凹陷掀斜式运动加剧，如泌阳凹陷北部斜坡带高部位的滨湖相带，剥蚀殆尽，使下第三系分布范围边界成为剥蚀线。

（2）坳陷时期（晚第三纪—第四纪）　由于平衡盆地内厚度较大沉积岩产生的重力，地幔上升，后期断裂活动引起部分热的散失而收缩，使盆地进入后期坳陷阶段，接受了一套杂色河流冲积相粗碎屑岩沉积，形成了南襄盆地目前统一坳陷的面貌。

2. 三个沉积凹陷的差异

南襄盆地三个凹陷虽然有相似的构造发展阶段及相似的下第三系内陆湖相沉积建造，但由于凹陷受到断层控制，分割性强，发展过程中活动强弱程度及沉降幅度有明显的差异（表4-1）。主要表现为：①南北差异，以新野断裂为界，南部襄枣凹陷下第三系薄，生油条件差；北部泌阳、南阳凹陷下第三系厚，生油条件好；②东西差异，以曲注断层为界，东部泌阳凹陷下第三系比西部南阳凹陷厚度大，核二—核三段生油层基本上满盆分布，北部边界核桃园组以剥蚀线为界，因此，泌阳凹陷虽然是三个凹陷中面积最小的一个（仅1000平方千米），但生油岩厚度最大，岩相带分布明显，油藏类型多，凹陷带有上倾尖灭岩性油藏（双河、赵凹、安棚油田）、透镜体油藏（泌101井），白云岩裂缝油藏（泌103井）；南部断裂陡带冲积扇油藏（泌129井）；北部斜坡带断鼻、岩性及剥蚀面封闭油藏（井楼、古城、付湾、杨楼、王集、新庄油田），属油源丰富，油层类型多的凹陷。南阳凹陷虽然面积为3600平方千米，但核桃园组生油岩分布面积为800平方千米，较大面积的金华—袁营斜坡带均已相变为又红又粗的河流滨湖相沉积，所以含油丰富程度比泌阳凹陷差，目前已发现的石油储量仅约为泌阳凹陷的十几分之一。

表 4–1　南襄盆地各凹陷下第三系沉积厚度表

地层			泌阳凹陷(m)	南阳凹陷(m)	襄枣凹陷(m)
系	组	段			
下第三系	廖庄组		522	925	610
	核桃园组	一段	773	750	308.5
		二段	896	1372	665
		三段	1365	900	270
	玉皇顶组—大仓房组		3600	3000	2000
白垩系			2000	1400	2400

四、构造单元划分及次级构造带概况

1. 构造划分原则及划分结果

①以本文划分原则及区域构造划分结果（第二章第二节四部分）为基础；

②由于南襄盆地的沉积凹陷面积小（泌阳凹陷）或沉积有利生油凹陷区面积较小（南阳凹陷为 800 平方千米），其形状较简单，为箕形凹陷，生、储、盖组合特点受相带控制较明显。为了便于对凹陷区内各部分进行评价，结合相带将凹陷划分次一级的带；

③襄枣凹陷成油条件差，未发现油、气田，不作进一步划分；

④将带进一步划分为局部构造，划分结果见表 4–2。

2. 盆地各凹陷的次级构造带

南襄盆地的次级凹陷，都是以断裂控制所形成的断陷式箕状凹陷为特征，因此，凹陷进一步所划分的构造带相似，均划分为三个次级基本构造单元：南部断裂带、中部凹陷带及北部斜坡带。泌阳、南阳二个凹陷各带构造概况分述如下（图 4–3）、（图 4–4）。

（1）南部断裂带　泌阳凹陷该带称为“南部断裂陡坡带”，分布范围沿南部（桐柏—内乡断裂东端）及东部边界断裂的内侧一千米范围之内，面积约 60 平方千米，属基岩大断层面倾斜带，由于断面陡（倾角 60° 左右），落差大（垂直断距大于 5000 米），本带核桃园组受到的牵引作用明显，沿走向分布着一系列牵引构造，从东到西有井楼背斜、王寨、栗园、梨树凹、老高店断鼻构造及下二门背斜构造，构造面积较小，最大为下二门背斜，圈闭面积 10 平方千米，一般 1.2～5 平方千米，断层发育，将构造分割成几个部分。基岩埋藏深度顺断层面向凹陷急剧增加，该带内边界附近（离断层一千米处）埋藏深 2500～2600 米。

南阳凹陷该带称为“南部断超带”，分布范围沿南部及东部边界断裂（新野及曲洼断裂）内侧四千米范围内，面积约 112 平方千米，断裂面相对较缓（30°～40°），早第三纪早期断裂活动明显，后期相对稳定，核桃园组中—上部出现超覆现象，大断层内侧平行边界断层的次级断层发育，向凹陷内节节下掉，形成一系列断鼻构造：溧河铺、曲洼、黑刘营、贺岗、白岗、吴堂断鼻构造，构造圈闭面积小，一般 2～4 平方千米。

（2）凹陷带　紧邻南部断裂带，为凹陷的主体部位。泌阳凹陷的凹陷带西至前杜楼—高庄一带，东至下二门背斜的西翼，北部大体以小马岗—王集街断层为界，与北部斜坡带相

邻，面积约500平方千米，凹陷内鼻状构造发育，如安棚—赵凹、江河—双河、前杜楼—高庄鼻状构造，构造轴线为北西—南东部，延伸长度6~7千米，构造宽缓，面积较大，大于8平方千米，最大为江河—双河镇鼻状构造大于20平方千米（幅度200米左右），构造完整，断层不发育，主要与砂岩上倾尖灭相配置形成圈闭，这种圈闭类型为该凹陷主要的含油圈闭类型。

表4-2　南襄盆地构造划分表

一级	二级	三级	四级	五级（局部构造）
北秦岭褶皱带	南襄盆地	泌阳凹陷	南部断裂陡坡带	王寨、栗园、梨树凹、老高店断鼻构造、井楼、下二门背斜构造
			双河—安棚—皮冲凹陷带	前杜楼—高庄、江河—双河镇，毕店—赵凹—安棚鼻状构造
			北部斜坡带	古城、付湾、杨楼、新庄、大吴庄、泌阳断裂鼻状构造
		南阳凹陷	南部断超带	溧河铺、曲洼鼻状构造；黑刘营、贺岗、白岗、吴堂断鼻构造
			东庄—牛三门凹陷带	东庄背斜、北马庄、周庄、涧河桥、黑龙庙断鼻构造
			魏岗—张店近凹斜坡带	魏岗断裂鼻状构造，张店断鼻构造
			金华—袁营斜坡带	棉花庄、肖坡、竹园、桐寨铺、大王庄、袁营断鼻构造
		师岗凸起	向南延伸部分为：唐河低凸起	
		社旗凸起		
南秦岭褶皱带		新野凸起		
		襄枣凹陷（湖北境内）		

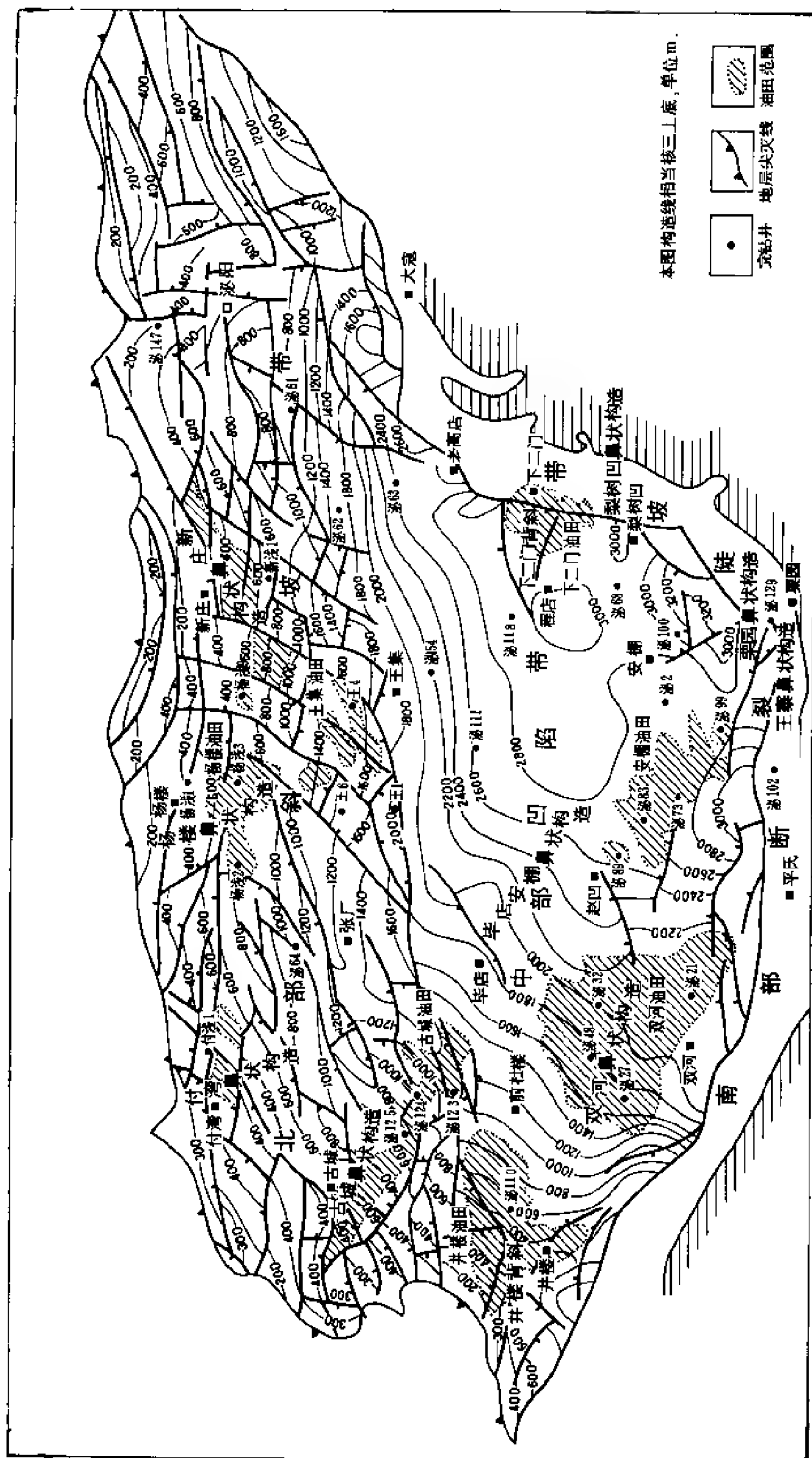


图 4-3 泌阳凹陷构造划分图

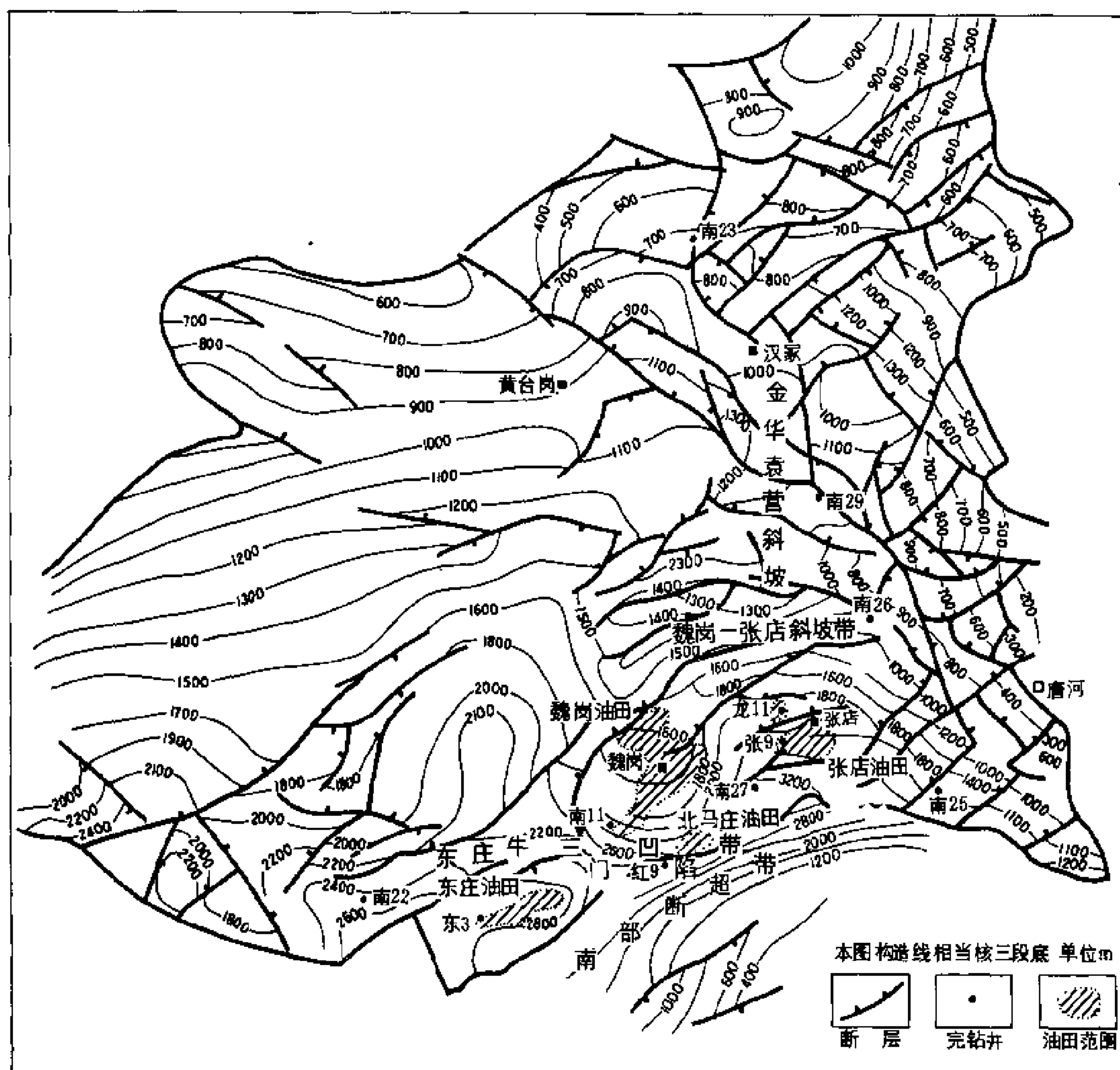


图 4-4 南阳凹陷构造划分图

南阳凹陷的凹陷带分布东庄—牛三门一带，其延伸方向与曲洼大断裂大体平行（北东向），北界以东庄背斜北部断层（东一号断层）向东与魏 34 井连线，与北部斜坡带相接，面积约 300 平方千米，断层发育，断裂构造发育，有东庄断裂背斜、北马庄、周庄、涧河桥、黑龙庙断鼻构造，构造面积小，东庄及北马庄构造面积为 7～8 平方千米，其它为 2～4 平方千米。

(3) 北部斜坡带　位于凹陷带北部，属第三纪较稳定缓慢的抬升沉积区。泌阳凹陷斜坡带北部以核桃园组剥蚀线为界，面积 250 平方千米左右。早第三纪末，由于盆地北部边缘急剧抬升，湖盆边缘相（滨湖相）已剥蚀殆尽，剥蚀线以内核桃园组地层由凹陷内向斜坡带边缘渐渐减薄，具一定的生油条件，鼻状构造发育，有古城、付湾、杨楼、新庄、大吴庄、泌阳鼻状构造，轴向由西至东为北西及北东向，均指向凹陷。由于部分砂岩岩性变化大，断层较发育，将构造分割成几个部分，同时靠边缘受到剥蚀，因此，圈闭形式种类多（有岩性、

沥青封闭、断层圈闭类型)，但断鼻构造为该带主要的圈闭，为本凹陷浅油层主要分布区。

南阳凹陷北部斜坡带面积大（大于2000平方千米），向北部斜坡带核桃园组相变较快，魏岗—张店以北岩性以红粗为主的滨湖—河流相组合，生油条件差，根据相带将斜坡带进一步划分二个带：魏岗—张店近凹陷斜坡带及金华—袁营斜坡带，前者紧邻凹陷带主要油源区，本身生、储、盖组合较好；后者远离凹陷带，岩性明显变粗，地质条件较差。斜坡带鼻状构造带发育，均被断层复杂化，鼻状断裂构造为主要圈闭形式。魏岗—张店近凹陷斜坡带有两个断裂鼻状构造（魏岗、张店断裂鼻状构造），魏岗断裂鼻状构造面积较大，圈闭面积大于20平方千米，该带为南阳凹陷目前主要的含油区。

3. 局部构造

(1) 鼻状构造多，背斜构造少　由于南襄盆地是在地壳扩张背景上两组断裂互相切割所形成的早白垩世—早第三纪沉积盆地，且分割性强，沉积凹陷面积小，在地质演化过程中断裂活动表现以张性为主，因此，局部构造形态比较单一，各凹陷均以鼻状构造发育为其特征。目前各凹陷所发现局部构造情况为：泌阳凹陷总共14个，其中背斜构造1个；南阳凹陷总共39个，其中背斜构造1个；襄枣凹陷总共21个，其中背斜构造4个；三个凹陷总共74个局部构造，鼻状构造为68个，占总数91%。在泌阳、南阳两个凹陷共发现13个油田，其中只有二个为背斜构造（下二门油田、东庄油田），鼻状构造成为主要的储油局部构造类型。

(2) 古潜山式构造不发育　南襄盆地一开始就以张性断裂为主的块断活动为主要成因，象我国东部中、新生界盆地所具有的发展初期地幔隆起所诱发的大型地堑式断裂活动不明显，形成古山头的构造条件比较差；另外，该盆地的基底大部分为元古界片岩及片麻岩类；只有泌阳凹陷南部局部见大理岩，形成古潜山的储集层岩性条件也较差，因此，到目前为止尚未发现古潜山式的构造。

第二节　中、新生界地层对比与划分

由于构造运动的差异使盆地次一级凹陷在沉积特征上有所差异，但其沉积层序，各段地层的岩性、化石组合各凹陷都可以对比。由下向上，各地层分布及主要岩性描述如下：

一、白垩系

1. 下统（白湾组）

主要分布于枣阳凹陷的东南部王城地区，岩性组合可分上、下两部分。上部为蓝灰色泥岩、泥灰岩与紫红色泥岩互层，夹盐岩、钙芒硝和石膏，厚度为760米；下部紫红色及棕红色砂砾岩，厚度为750～1500米，不整合于元古界大狼山群之上。灰色泥岩含较多的孢粉化石，蕨类植物孢子含量占绝对优势（55.8～89.5%），几乎全是希指蕨属；裸子植物、南美杉科克拉梭粉为主；被子植物花粉含量很低。相当这套地层在盆地北部边缘镇平西北白湾一带也有出露，岩性为灰绿色粉砂质泥岩与褐黄色泥灰岩互层夹紫红色砂质泥岩及砂砾岩，厚度为328米，底部含叶肢介化石，中上部含介形类化石。主要有女星介亚属，见少量达尔文介、斜星介、刺星介。

白湾组的化石组合与任店盆地该统为同一类型，均属早白垩世。

2. 上统（胡岗组）

据钻井和地震解释上白垩统胡岗组以襄枣凹陷最发育，厚达2000米，其次是南阳、泌

阳凹陷。盆地北部镇平柳全铺一带红色山麓洪积相沉积发育，厚达 2486 米。在盆地西部谷城、光化一带为大套红色粗碎屑堆积，厚逾 3000 米。

襄枣凹陷襄 2 井，厚 655 米未钻穿，岩性为浅灰色砂岩、砾岩与暗紫、棕红色泥岩、含砾泥岩呈不等厚互层夹少量暗色泥岩。

南阳凹陷南 1 井自 2576～2786 米，厚度为 210 米，岩性以棕红色砂质泥岩为主夹角砾岩，不整合在变质岩之上。

这套地层孢粉化石的被子植物花粉含量占绝对优势（占 70%以上），其中三沟、三孔沟类为主要成分，古老原始分子有较多出现，如小突起粉等。中生界常见的蕨类孢子，如阿内米蕨、姆里蕨，在南 1 井也见到。介形虫和轮藻化石也很丰富，有女星介属、冠女星介属，是我国晚白垩世的标志化石；宽轮藻属、湖北扁球轮藻、新店扁球轮藻，也是中生代末期至新生代早期的混生组合分子。与湖北当阳地区的跑马岗组、江汉盆地的渔洋组可对比，属晚白垩世。在淅川、李官桥盆地发现安氏长形蛋、长形长形蛋，瑶屯巨型蛋等恐龙蛋化石。

二、下第三系

1. 下始新统（玉皇顶组）

广泛超覆在白垩系之上，南阳、泌阳凹陷，沉积厚度为 2000～3000 米，襄枣凹陷沉积厚度为 1000 米。岩性以暗棕红色泥岩与浅棕红色砂砾岩为主，夹薄层紫红色泥、砂岩。襄枣凹陷可划分两套，上部为暗棕红色泥岩夹深灰色泥岩、砂岩、泥灰岩、白云岩、含石膏泥岩及薄层石膏。下部为暗紫、棕红色泥岩与砂岩互层。南阳凹陷南 1 井，岩性为棕红色泥岩、砾岩夹泥灰岩，厚度为 216 米，魏 40 井于井深 3162 米已钻到玉皇顶组，岩性为棕红色泥岩、砂质泥岩夹砂岩、砾岩，厚度为 88 米，未钻穿。泌阳凹陷北部斜坡区的泌 105 井，钻遇玉皇顶组及大仓房组厚 1543 米的红色地层，二者呈连续沉积，不易划分。

襄枣凹陷和南阳凹陷该组地层的化石组合：

孢粉化石组合：以被子植物花粉含量占绝对优势，均以三沟粉、三孔沟粉为主要成分。与胡岗组化石组合的区别是其它中生代的特征化石少见。

介形虫、轮藻化石组合：潍县湖花介、湖家场湖花介、独刺湖花介、腹脊湖花介、五图真星介、威严美星介、常州厚球轮藻、柔嫩戈壁轮藻、拱顶哈氏轮藻、培克轮藻等化石，为下第三系标志化石，与潜江凹陷的新沟嘴组、渤海湾地区的孔店组，都可对比，属早始新世。这与李官桥盆地玉皇顶组中的哺乳动物化石划分的时代是一致的。

2. 中始新统（大仓房组）

与玉皇顶组呈连续沉积关系，为一套暗棕红、紫红色泥岩、砂质泥岩夹砂岩，其顶部泥岩中常见石膏晶体和斑块或薄夹层，向上灰色泥岩逐渐增多，与核桃园组呈过渡关系。沉积中心和分布范围及厚度变化，基本继承了玉皇顶组的沉积特点，北部的南阳、泌阳凹陷沉积厚度为 300～1000 米，南部的襄枣凹陷厚度小，一般在 200～350 米。化石组合特征：

孢粉化石：被子植物花粉和裸子植物花粉占优势，其中被子类以榆属、桤属为主要成分；裸子类，杉科、松科和麻黄很发育。

介形虫化石数量少，种属单一，标志化石有中瘤美星介、棘星介、中国假真星介。

轮藻化石，种属也比较单一，主要是潜江扁球轮藻和钝头轮藻，但大仓房组顶部钝头轮藻种属多，数量丰富，主要有短柱形钝头轮藻、短卵形钝头轮藻等。

化石组合可与潜江凹陷的荆沙组及渤海地区的沙四段可对比，属晚始新世。李官桥剖面中，大仓房组发现的哺乳动物冠齿兽化石等所确定的时代偏老（中始新世—早始新世晚期）。

3. 上始新统（核桃园组）

大仓房组沉积之后，各凹陷的沉降幅度，湖盆水体的深浅及分布面积都有着明显的差别。泌阳凹陷沉积最厚，为3500米，暗色泥岩最大厚度为2200米，湖盆面积大于1000平方千米。南阳凹陷沉积最大厚度是3000米，暗色泥岩最厚为1800米，湖盆分布面积约900平方千米。枣阳凹陷最大沉积厚度为1300米，暗色泥岩最厚为500米，湖盆分布面积700平方千米。襄阳凹陷仅在薛集和牛首两处残存核桃园组地层，残存厚度分别为300～500米，面积240～100平方千米。

由下而上分核三段、核二段、核一段，这三段地层在不同的凹陷内其岩性组合也有差异，各凹陷各段岩性特征如下：

泌阳凹陷核三段：以灰黑—深灰色泥岩为主夹泥质白云岩、白云岩和砂岩，顶部夹薄层天然碱和油页岩及钙质页岩。核二段：灰、深灰色泥岩、泥质白云岩夹灰褐色和浅褐色白云岩、油页岩、砂岩和天然碱；上部灰—灰绿色泥岩增多。核一段：以灰—灰绿色泥岩为主夹油页岩和砂岩。

南阳凹陷核三段：深灰色—灰色泥岩、白云质泥岩夹油页岩和砂岩；中下部灰紫色泥岩增多，多呈夹层出现。核二段：灰—深灰色泥岩，夹薄层泥质白云岩和油页岩；上部以灰—灰绿色泥岩为主夹紫红色泥岩和杂色泥岩。核一段：过渡为紫红色与灰绿色泥岩互层夹砂岩，通称“红灰过渡段”。

枣阳凹陷核三段：棕红色泥岩为主夹灰绿色泥岩、粉细砂岩及劣质油页岩。核二段：灰—灰绿色泥岩夹棕红色泥岩、油页岩和粉细砂岩。核一段：灰绿与棕红色泥岩互层夹油页岩和粉细砂岩。

上述三个凹陷中的岩性组合虽有差别，但化石组合特征相同，可以对比。孢粉及介形虫组合特征：

孢粉化石：核桃园组的孢粉化石组合与大仓房组差别不大，被子植物与裸子植物花粉含量相近，均占优势，蕨类植物孢子最少。被子类中的榆属、栎属为主要成分。典型的温带植物有较多出现，胡桃科、桦科、及典型的热带、亚热带植物唇形科、楝科、芸香科、无患子科、桃金娘科都是较常见分子。裸子类中的松科、麻黄属、杉科等含量都较高。藻类化石中的褶皱藻属、盘星藻属、圆球藻属、渤海藻等数量也比较多。

介形虫、轮藻化石：介形虫化石种属多，数量多，大多数是小个体、壳薄、壳面光滑，最常见的有美星介属、金星介属、拟星介属、斗星介属、土星介属、小玻璃介属、真星介属等。轮藻化石有梅球轮藻属、厚球轮藻属、冠轮藻属、拉氏轮藻属等。

这套化石组合可与江汉盆地中的潜江组、渤海湾地区的沙河街组对比，属上始新世。

上述化石组合为核桃园组标准组合，与上覆和下伏地层的界线清楚。再进一步划分出核三、核二、核一，三个段标志不太清楚，但各段之间还有一定的差别。

核三段：孢粉化石的组合变化不大，但有几种化石含量有较明显的变化：松科高于杉科；榆属高于栎属；喜热植物花粉含量相对增高。藻类化石及介形虫化石种属和数量都比较少，有前凹四方形美星介、爬星介、彭镇真星介、呆板美星介、潜江扁球轮藻、金家场似轮藻等。

核二段：孢粉化石含量则情况相反，杉科高于松科、栎属高于榆属、麻黄含量增高。轮藻化石及介形虫数量增多，其中美星介属最繁盛，如锡兰美星介、膨胀美星介、大呆板美星介数量多，分布稳定。轮藻化石常见的有吉兰厚球轮藻、金家场似轮藻、中华梅球轮藻、小

球状轮藻等。

核一段：孢粉化石的裸子植物花粉含量有所上升，松科和麻黄属含量最高，杉科含量降低，被子类的榆、栎科含量为主、数量变化不大。藻类化石丰富，主要成分有褶皱藻、盘星藻、副渤海藻属。介形虫及轮藻化石种属和数量都比核二段减少，主要有南阳锯星介、张港拟星介、荆河斗星介、迪氏金星介等。轮藻化石以哈氏轮藻数量较多。

4. 渐新统（廖庄组）

廖庄组沉积时期各凹陷都处于河流相为主的沉积环境，为一套棕红色和杂色为主的泥岩，与砂砾岩的间互层，通称"红粗"段。核一段沉积末期，由于不均衡的断块升降运动，核一段顶部遭受不同程度的剥蚀，使廖庄组与核一段之间呈不连续沉积。枣阳凹陷比较明显，凹陷中心到凹陷斜坡均为假整合接触，南阳、泌阳凹陷，这一构造运动相对较弱，以整合接触为主。泌阳凹陷中心廖庄组分上下两段，下部为"红粗段"；上部以灰绿、灰色泥岩，与棕红色泥岩互层含较多石膏晶体、石膏脉和石膏薄夹层，属于膏盐湖沉积类型。廖庄组沉积末期，盆地整体上升遭受剥蚀，凹陷的沉积中心残留厚达600～1000米，斜坡地区基本剥蚀殆尽。

本组化石相对较贫乏，南阳、泌阳凹陷中所见化石组合特征如下：

孢粉化石：被子植物含量占优势，以栎科、芸香科最丰富，其次为栎属，裸子植物麻黄属含量比较高。藻类化石少，以褶皱藻为主。

介形虫很少，仅见个别的锡兰美星介。轮藻化石有中华梅球轮藻、梅里安有盖轮藻、磨拉石似轮藻、栾青轮藻等。

与核一段化石组合差别不大，同属一个化石带，可与潜江凹陷荆河镇组、苏北盆地三垛组上部化石组合对比，属晚渐新世早期。

三、上第三系（上寺组）

早第三纪末盆地上升，遭受剥蚀后，进入晚第三纪盆地沉降期，使早第三纪长期遭受剥蚀的隆起区，也接受了沉积。如新野凸起、社旗和师岗凸起区沉积了厚为100～200米的上寺组，形成了现今南襄盆地的统一坳陷型盆地。沉积了以棕黄、浅棕红色、灰绿色粘土岩、钙质粘土岩与砂砾岩层。其厚度变化较大，襄枣凹陷厚40～350米，南阳凹陷厚500～800米，泌阳凹陷厚度为100～250米。上寺组微体化石少，见少量磨拉似轮藻。

上、下第三系之间存在一个明显的区域性不整合，不仅在岩性上差异明显，地震剖面上接触关系清楚，上第三系为一水平的反射层，下第三系为斜层，之间为角度不整合接触。

四、第四系

河流平原相，属未成岩覆盖层，棕红色粘土层夹灰一灰白色流砂层或砾石层。厚度为30～700米，广泛分布盆地内平原地区。

第三节　下第三系核桃园组沉积相[1]

三个凹陷第三系的各个沉积阶段，既有一致性，又有明显的差异性，特别是下第三系核桃园组的沉积发育和沉积环境，表现了各自的特点。

一、泌阳凹陷

[1]参阅泌阳、南阳凹陷下第三系核桃园组沉积相研究报告。

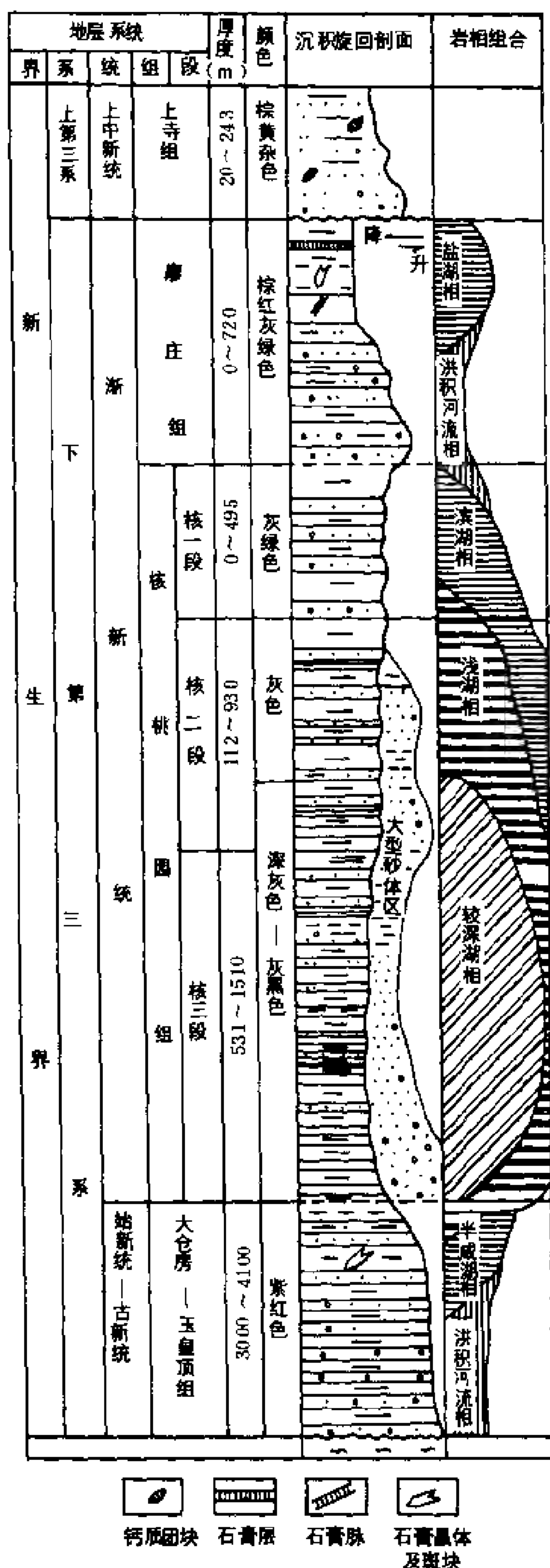


图4–5　下第三系沉积旋回示意图

1. 核桃园组沉积特征和相带分布

核桃园组，由下到上，分为核三、核二、核一段，每个岩段代表了不同的沉积阶段和沉积环境（图4–5）。

核三段是凹陷沉积幅度最大，水域辽阔，水体最深的时期，北部斜坡带河流及南部山地冲沟为主要物源区，沉积了巨厚的暗色地层。根据沉积旋回和电性差别，又可分为上下两段；再根据砂岩组发育情况再划分8个砂层组（图4–6）。

核三下段（包括5~8砂组）厚度为500~800米，沉积中心为深灰—灰黑色泥岩、钙质页岩、白云质泥岩夹泥质白云岩和砂岩。

核三上段（包括1~4砂组）厚度为600~900米，沉积中心为深灰色泥岩、钙质页岩、白云质泥岩、泥质白云岩互层，夹白云岩、油页岩、砂岩。与核三下段相比，泥质白云岩和白云岩明显增多，总厚度可占地层厚度的30~50%左右，出现多层天然碱沉积，天然碱多以层状及团块状、斑点状出现于白云岩之中。

依据白云岩厚度变化和天然碱矿的出现，反映了核三段沉积不是一个单一的水进过程，而受构造断裂活动的强弱、古气候等变化因素的影响，四周河流的注入量发生变化，使湖盆在沉积过程中有水进水退、咸化和淡化的变化。核三段可分出两个淡化和两个咸化阶段（图4–6）。

Ⅷ~Ⅳ砂组厚度为950~1100米，岩性为深灰色泥岩夹灰褐色钙质页岩及薄层泥质白云岩、砂岩，没有天然碱矿，属于淡水沉积环境。

Ⅲ砂组厚度150~170米，岩性为泥质白云岩、白云岩与深灰色泥岩呈不等厚互层，泥质白云岩与白云岩很发育，单层最大厚度为30~40米，一般厚5~17米，累计厚度最大150米，分布比较稳定，若以25米等厚线为界，分布面积为63平方千米。白云岩局部含星点状的天然碱矿，属于湖水趋于咸化和闭塞的沉积环境。

Ⅱ砂组厚度为 270～300 米，岩性以深灰色泥岩为主，夹褐灰色钙质页岩，只在中上部泥质白云岩有所增多，这一阶段湖水又以淡化为特征。

Ⅰ砂组厚度为 200～150 米，一般由 5～6 个韵律层组成，每个韵律层是呈砂岩—泥岩或钙质页岩—泥质白云岩—含碱白云岩韵律（有些韵律顶具天然碱层），每个韵律层的厚度由十几厘米到十几米，如泌 69 井 2077.14～2141 米取芯井段，岩性由 5 个小韵律组成，其中只有一个韵律层的顶部为天然碱层，碱层厚度为 0.9 米，韵律厚度为 7～18 米。这套韵律层在凹陷中心变化不大，分布稳定，为核三段末期湖水浓缩程度较高条件下的沉积产物，属于碳酸盐湖泊环境。

泥质白云岩、白云岩经镜下鉴定均为隐晶结构，层理构造，中、微细层理特别发育，成层性好，横向分布稳定，以 25 米为起算厚度，分布面积约 50 平方千米，分布在砂岩尖灭线以外的湖盆中心区。最大连续厚度为 132 米，一般 96 米。这种沉积特征具有准同生（或称原生）白云岩的特点。

天然碱呈褐黄色层状和团块状分布于白云岩之中。单层厚度一般大于 1 米，最大 4.5 米，最小 0.1 米。一般累计 3.5～8.5 米，累计最大厚度 15 米，分布较稳定，面积约 22.4 平方千米，主要分布在程店以南，安棚—皮冲深凹陷中。

上述岩性特点可以看出，核三段由下而上白云岩逐渐增多，并出现天然碱，属较封闭的较深湖沉积产物，说明经历了由淡化—咸化的沉积过程。

较深湖区的沉积范围有 300～400 平方千米，主要分布在南部大断层下降盘一侧，与岸边山区毗邻。斜坡区为浅湖相，沉积了灰—灰绿色泥岩夹褐色油页岩和砂砾岩。分布面积大于 400 平方千米，目前盆地边缘还未见滨岸沉积，且沉积范围以剥蚀线为界，说明湖盆范围还要大。较深湖相和浅湖相的分布总面积约 900 平方千米，在平面上呈半环状，具有箕状断陷湖盆相带分布的特点（图 4–7）。

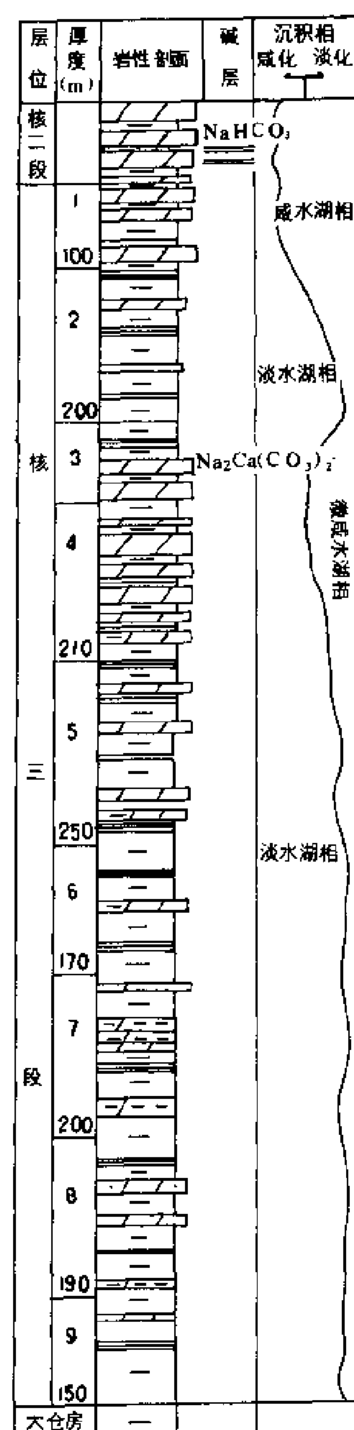


图 4–6 核三段沉积旋回示意图

由于核三段正处于断陷盆地的稳定下陷阶段，湖盆与周围隆起区，地形高差较大，湖岸坡度大，水体深，此时凹陷的不同部位发育着不同类型的砂体，具有物源多、搬运近、岩性粗的特点。沿大断层一侧发育着大小不等的水下冲积扇砂体和水下泥石流锥体，沿斜坡地区及凹陷的长轴方向发育着三角洲和扇三角洲，凹陷中心存在着重力流水道和洪积砂体（图 4–7）。

图4-7 泌阳凹陷下第三系核三上段沉积模式图

1—剥蚀线；2—白云岩分布区；3—天然碱分布区

核二段是凹陷沉降幅度相对逐渐减小，沉积厚度减薄，也是湖水最浓缩的时期，湖盆中心沉积了厚度达800～700米的灰—深灰色泥岩、钙质页岩、泥质白云岩、白云岩夹薄层天然碱、含碱白云岩及砂岩。白云岩厚度占地层厚度的20～67%，分布面积约40平方千米，比核三上段缩小。主要分布在安棚以东到皮冲的深凹陷内。碱层自下而上均有零星分布，累积厚度13米，分布在白云岩发育中心的安棚一带，面积约9.5平方千米。该区的云1、云2、云9、泌101井，核二段都是白云岩和碱层发育的井段，其中云2井系统取芯，白云岩厚度为516.5米，占地层厚度的67%，碱层1层，厚度为3米，岩性组合反映了核二段是湖盆最浓缩期。深湖区的范围比核三段明显缩小，但最深部位仍位于北东向和北西向两组断层交汇处，面积200平方千米。向外围很快相变为浅湖—滨湖相的灰绿色泥岩、页岩和砂砾岩的互层沉积。深、浅水域与核三段相似，在平面上也是呈半环状分布。

由于断裂活动减弱，剥蚀区的夷平作用使湖盆及外围古地形变缓，又加之水体浓缩变浅，原来在陡岸一侧以洪水浊流形式沉积的水下扇体，逐渐转化为牵引流搬运方式为主的扇三角洲沉积。斜坡上原发育的扇三角洲向湖盆内进积，分布范围也逐渐扩大。在湖盆中心存在着成组分布的席状砂和个别的浊积岩透镜体。

核一段：凹陷处于明显回升阶段，沉降速度小，沉积厚度为400～500米，沉积中心岩性为灰绿色泥岩夹油页岩、砂岩，属于浅湖相沉积。向湖盆边部，紫红色泥岩增多，为滨浅湖相。砂体的分布面积明显扩大，整个湖盆处于河流—三角洲的沉积类型。沉积中心仍位于凹陷东南部，相带展布呈半环状。

2. 砂岩体类型

在湖盆不同部位和不同层段发育的砂岩体类型可分为以下五种：

(1) 水下扇　沿泌阳凹陷南界大断层的下降盘分布着大小不等的砂砾岩体，组成了凹陷南缘的裙边状粗相带。钻井已证实的砂岩体，自西向东依次为：长桥、桂岸、江河、双河、平氏东、杨桥、栗园、梨树凹、下二门及老高店等十个砂岩体。用地震资料解释了皮冲砂岩体。这类砂岩体的主要特点是：

1）低成熟的粗碎屑是扇体的主要组成部分：砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩在砂层中占有很高的比例。如双河砂体，据位于扇中部位的三口取芯井统计，含砾级别以上的砂砾岩占碎屑岩厚度的35～60%，中粗砂岩占10～30%，粉细砂岩占5～10%，砾石直径一般1～5厘米，大于10厘米的砾石也比较普遍，最大达30厘米左右。分选很差，砾石多为次圆状到次棱角状。砂岩中岩屑含量很高，一般占15～30%，最高40%，成分以变质岩、火成岩为主，岩石类型以岩屑砂岩、长石岩屑砂岩和长石砂岩为主，胶结物中的泥质含量较少，低于10%。

大于10厘米的砾石，不仅在近源的扇根、扇中的后部发育，而且在扇中的大部和水下河道都可见到，如近凹陷中心的泌86井取芯井段2195～2208米中，在砂砾岩层的底部，可见到直径大于10厘米的砾石，这些大直径砾石的搬运，不可能呈悬浮状态，而以河床砂载荷在流动体的底部呈滚动或滑动状态向前搬运，多数砾石也可以搬运几千米或更远，反映洪水作用下对粗碎屑有强度较大的搬运能力。

在这些颗粒支撑的碎屑岩中，部分无规律的出现灰绿色基质支撑的砾岩、砾状砂岩，属于水下泥石流沉积，砂、泥为基质，砾石分散于基质中，砾径不均，一般0.1～5厘米，砾石多数为棱角—次棱角状，基质中的泥质含量在15～30%。层理以块状为主，底部突变接触或冲刷面，在一次泥石流沉积中有下粗上细的趋势，厚度一般为0.5～4米。

2）块状层理、粒级递变层理和平行层理是主要的层理类型：观察大量岩芯发现，砾岩、砾状砂岩和含砾砂岩中，最常见的层理类型是块状层理，由下向上砾石由大变小、由多变少的粒级递变层理，可见到砾石的定向排列现象。在含砾砂岩中多见平行层理和少量的斜层理。中、细砂岩、粉、细砂岩及泥质砂岩中，层理类型比较多，有块状层理、递变层理、平行层理、波状交错层理、小型槽状层理和由云母片、碳屑沿层面富集形成的水平层理，滑动引起的变形层理等。这套岩性和层理，组成了较有规律的沉积层序，即鲍马层序。但多数层序不含有完整的ABCDE段，在不同的亚相环境内，其组合是不同。

3）纵向沉积韵律中的最小单元都是正沉积序列：小的沉积序列多是反映了一次洪水浊流的沉积过程，无论是以砾岩为主的粗序列，还是以中—细砂岩为主的细粒正序列，都是由下向上粒级变细。在砾级序列的底部与下伏序列间有明显的冲刷痕迹，在砂级序列底部，与下伏层也多为突变接触，常见重荷模、火焰状构造、槽模和沟模等底痕。由这些小的正序列叠加组成不同类型的韵律层。

正韵律层：砂砾岩层直接覆盖在湖相泥岩或粉砂质泥岩之上，其底与下伏层都呈突变接触。砂砾岩自下而上，由粗变细，组成正韵律层。如双资1井1582～1598米、砂砾岩厚8米，由7～8个由粗到细的正序列组成。粗的正韵律层，一般发育在扇中地区的网状河道附近，属于河道的侧缘沉积。细的正韵律层发育在扇端区，属于末端浊积岩沉积（图4–8）。

块状韵律层：主要由砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩所组成。底界和湖相泥岩都呈突变接触，内部小的正序列中由于粒级的变化，造成韵律中的不均质。如3115井，1693～1707米，砂砾岩层顶底界都是由砾岩和砾状砂岩与湖相泥岩接触，其中有8个小序列组成。这种

韵律层主要发育在扇根的主河道和扇中网状河道中，属于稳定河道加积沉积（图4–9）。

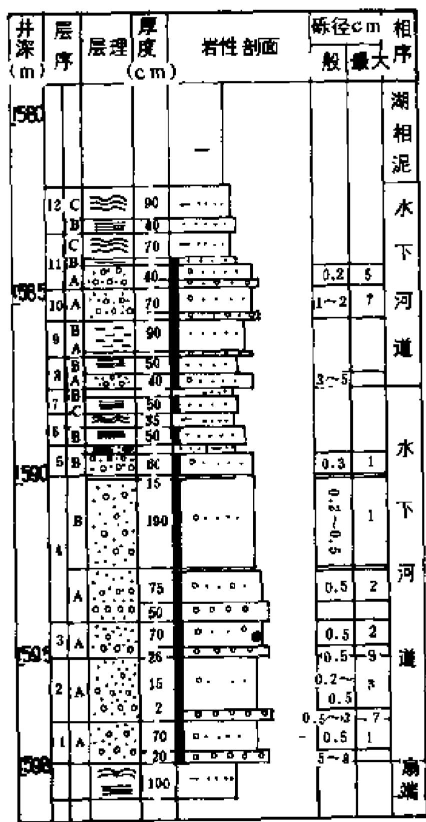


图4–8 正韵律砂层

（双资1井3油组1582～1598米）

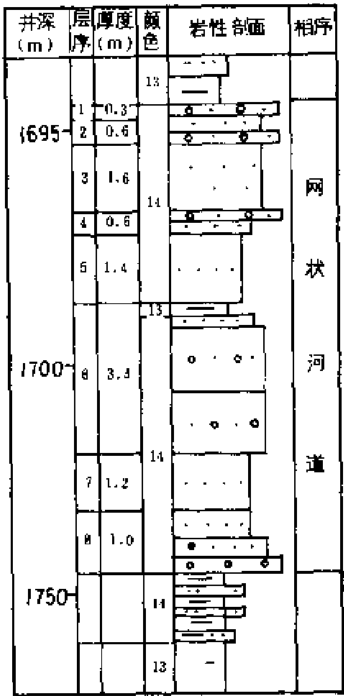


图4–9 块状韵律砂层（双3115井）

反韵律层：由下向上粒级变粗，下部砂岩与湖相泥岩呈过渡关系，顶部砾岩或砾状砂岩与上覆湖相泥岩呈突变接触。如双观22井9油组2313～2319米，砂岩层厚6米，其内部由7个小的反韵律序列组成。这种韵律层在扇中及扇端都存在，属于扇的前积作用形成的（图4–10）。

复合韵律层：包括基本对称的全韵律和以反韵律为主的复合韵律。顶底界都与湖相泥岩呈过渡关系，中部或上部是砾岩、砾状砂岩发育的集中段。这类砂砾岩层厚度一般较大，约为20～30米。如泌11井V油组1503～1531米，砂砾岩厚度为28米，由14个正序列组成（图4–11），这些序列中，碎屑岩的粒度变化较大，由砾岩到粉细砂岩和粉砂质泥岩，使韵律内部的粗细变化明显，反映了碎屑搬运中能量强弱变化清楚。这种韵律主要分布在扇中地区。它是网状河道前积和侧积的结果，即河道形成至消亡的沉积过程，属河道间的主要沉积类型。

上述这几种韵律特性及组成这些韵律的若干正序列，自然电位、自然伽马和侧向测井曲线反映得都很明显。它们与海底扇模式中所描述的韵律结构，进积和退积层序极为相似。

4）粒度特征：概率曲线的特征，基本可分为三种类型（图4–12），各种类型与岩石类型有着密切的关系，它们在平面和垂向上的分布也有一定的规律。

在分选差的块状和递变状砂砾岩中，曲线以平缓的3～4个明显的折线组成上拱的弧形曲线、悬浮、跳跃、滚动三个总体不易划分。此类型反映了水动力能量强、密度大、快速堆

积的特征。称洪水浊流型（Ⅰ型）。

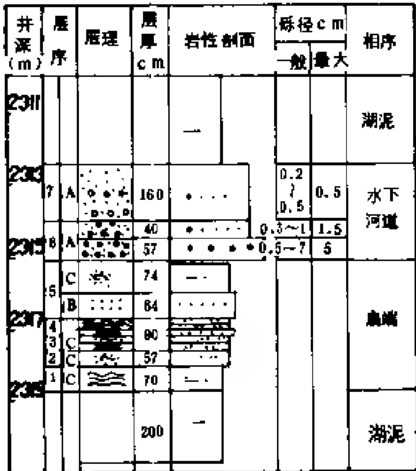


图 4-10　反韵律砂层

（双观 22 井 9 油组 2313～2319 米）

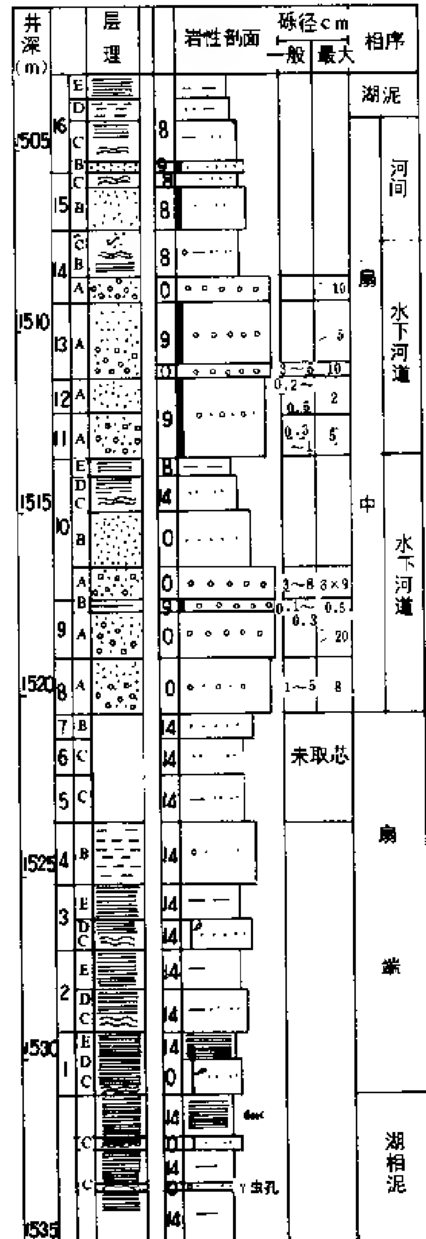


图 4-11　复合韵律砂层

（泌 11 井 2 油组 1503～1531 米）

在分选较好的中粗砂岩和细砂岩中，大部分曲线是由两段组成，个别为三段，悬浮和跳跃组分明显，跳跃组分含量高，一般 75～85%，斜率较小，细截点的位置所处的相带部位不同而略有移动，一般在 2～3 左右。这种类型说明颗粒在搬运过程中有明显的分异作用，属于河流型（Ⅱ型）。

在粉细砂岩和泥质砂岩中，曲线两段式明显斜率大，细截点多在 3～4 中，属于低能的席状砂型（Ⅲ型）。

C-M 图形，以一个韵律层为单元，图形大部分以 P-Q-R 段为主，少数为 Q-R 段。如泌 21 井、泌 86 井所代表的图形（图 4-13）所有的点子都落在 P-Q-R 区间内，C 值一般在 2000～200μ，M 值在 700～60μ，其中 PQ 段占很大比例，而在另一些图形中，QR 段占很大比例，反映了碎屑颗粒在搬运过程中具有滚动加悬浮的搬运方式，又有递变悬浮的搬运方式，具洪水的搬运特点，既有浊流性质又有冲积性质。

5）砂体的几何形态：水下扇的形态，可分两种类型。一种以双河水下扇为代表的扇形，是处于开阔的较平坦的湖底地形条件下形成的洪水浊流沉积。这种砂体具有明显的扇形，其内部又可划分出三个亚相带。

扇根：主要分布在泌 8～泌 19 井以南地区，范围比较小，岩性以混杂的块状砾岩、砾状砂岩为主，夹薄层灰绿色和少量棕红色泥岩。自然电位负异常幅度小，呈不规则锯齿状和

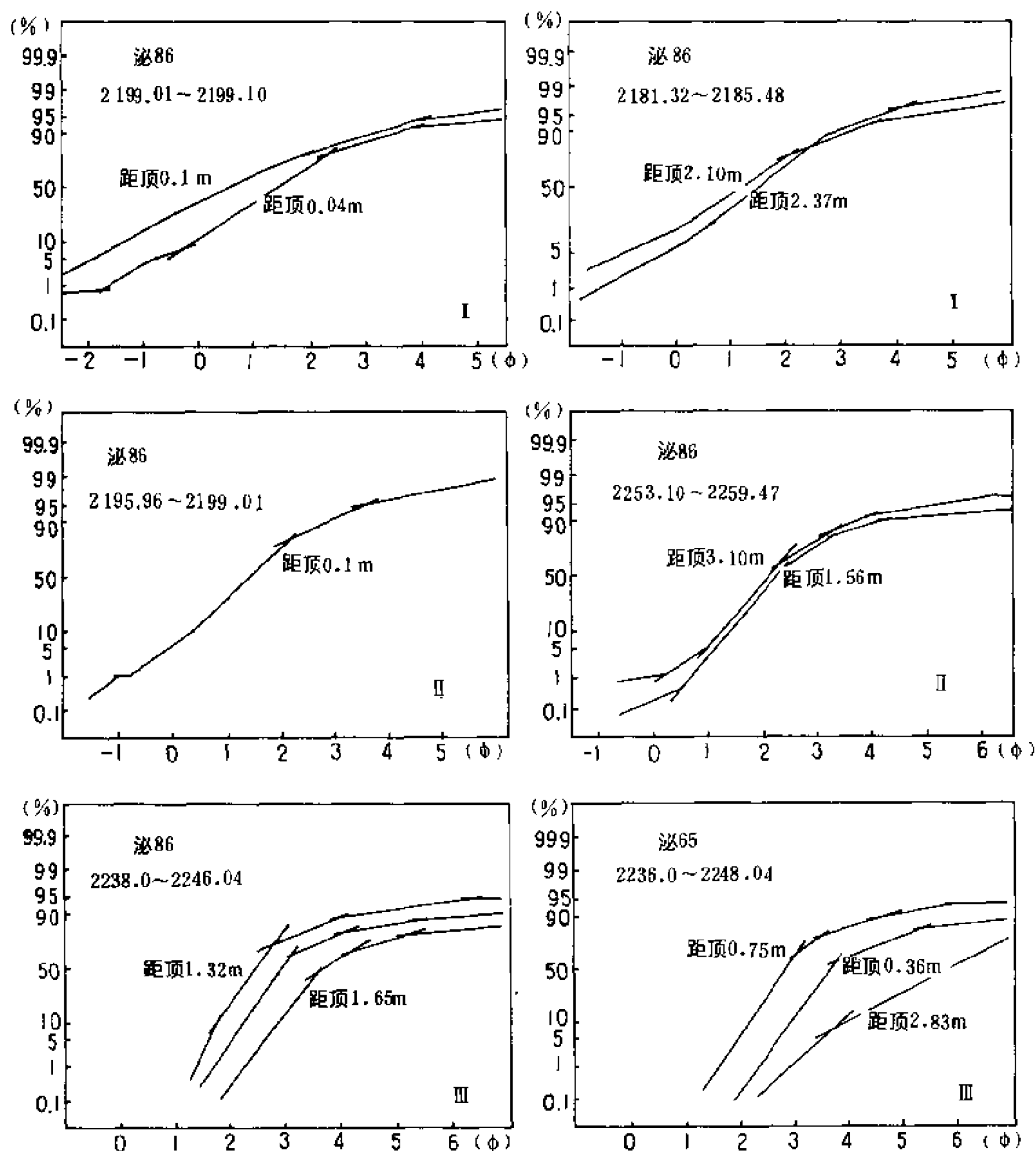


图 4-12　水下扇概率曲线类型图

筒状，电阻率曲线为高值，属于洪水入湖后的主河道区，沉积了大量的粗碎屑，伴有部分的滑塌沉积物，基本处于滨岸带沉积环境。

扇中：是扇的主体部分，分布范围比较大，是主河道入湖后因水动力、地形坡度等条件的突变，导致水道分叉，尔后随着水流能量的变化形成若干不稳定的网状河道。这些河道沉积物组成了扇中的基本砂岩体，砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩、中粗砂岩和粉砂岩组成各种韵律，厚度一般为 10～30 米，最厚达 45 米，与灰褐色泥岩、深灰色泥岩、页岩呈不等厚互层。自然电位幅度大、呈块状和“裂指状”等形态，扇中的大部分是处于较深水的沉积环境区。

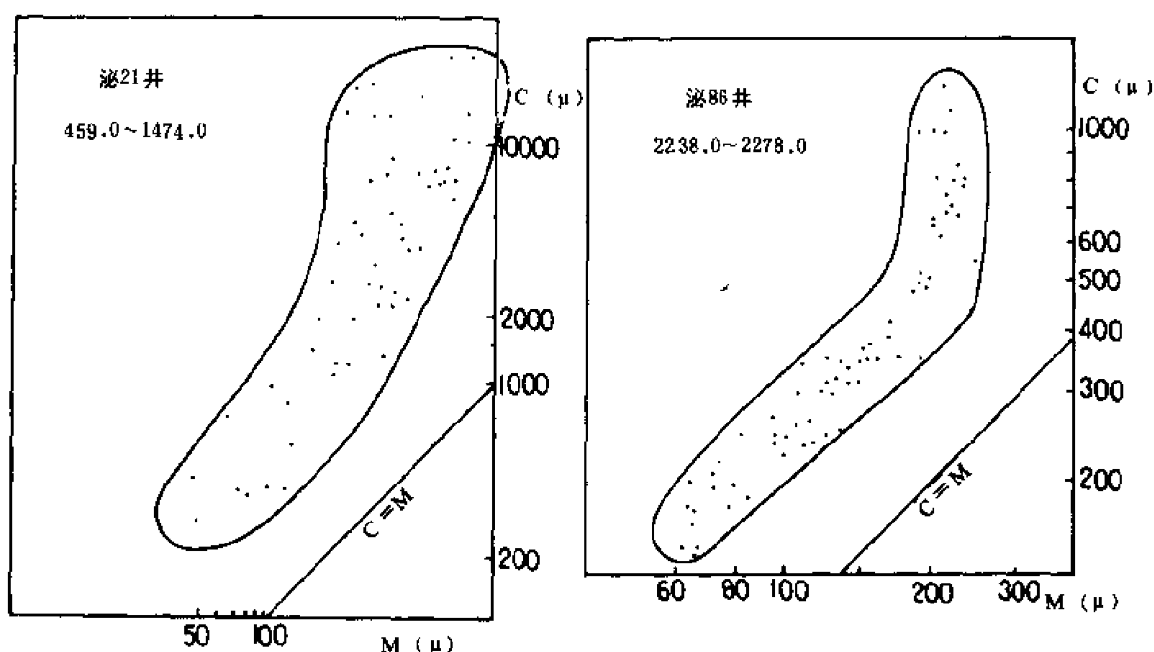


图4-13　水下扇C—M类型图

扇端：沿着向湖方向，河道不断分叉，规模变小，随着能量的减弱，水道中粗碎屑大量卸载后，线状河道消失，取而代之是呈叶状分布的含砾砂岩，围绕扇中外缘呈朵状、环状分布，组成一个扇体的完整形态。它们夹在深水相的暗色泥岩中，大部分都具明显的鲍马序列，但往往不完整，多保存B、C、D和A、C段。

另一种是以杨桥砂体为代表的水下扇，它处于凹陷最深部和陡岸毗邻的地区，古地形坡度大，河道顺坡而下，直伸深湖中心，但是，正当水道搬运的势能还未消失的时候，前进方向受到了毕店—安棚水下古鼻状降起的阻挡，使大量细碎屑急剧卸载，因而形成了突变的水下河道"舌"状体，而无明显的扇端沉积，或沉积范围很小。如赵凹和安棚油田，第二—第三砂组中单砂层厚度变化大，多数呈指状和舌状分布。这类砂层也是该区的主力油层。

(2) 水下泥石流　凹陷东缘大断层下降盘分布着面积小、岩性变化大、形似锥体的水下泥石流沉积。这种沉积与岸边的母岩性质有很大关系，泥石流中的砾石成分和基质成分与露头区的母岩是一致的，都是暗绿色的细碧玢岩、变质角斑岩、角闪片麻岩。砾石大小变化很大，由0.3～14厘米，多呈棱角状。基质为绿灰色泥质，含量很高，一般为20～30%，最高可达50%。层理以块状为主，夹于灰色泥岩、油页岩和页岩中。主要分布在老高店和下二门地区，由核三段下部到核二段中部均有分布。由下向上，分布范围逐渐变小。厚度几厘米到30多米，常与侯庄三角洲前缘的东部侧缘的席状砂呈互层。这种砂体物性极差，属非良好储集层。

(3) 侯庄三角洲　泌阳凹陷的东北部为变质岩所组成的伏牛山脉，伏牛山水系沿北东向的盆地长轴方向入湖，形成了盆地内分布面积最大的砂体。由于近物源（大约10千米）和地形坡度较陡（每千米下降60米）的地质条件，形成了与一般三角洲不同的扇三角洲，其特点如下：

1) 三角洲平原相带内缺少沼泽相，以网状河道沉积为主（图4-14）。岩性以砾状砂

岩、中、粗砂岩为主夹薄层灰绿色、棕红色泥岩，岩性组合以正韵律为主，砂、砾岩占地层厚度的60～70%，缺少厚层泥岩和沼泽相的标志。在这个地区已钻的泌61、62、63井，由核一段到核三段地层中的岩性组合均属这一相带。

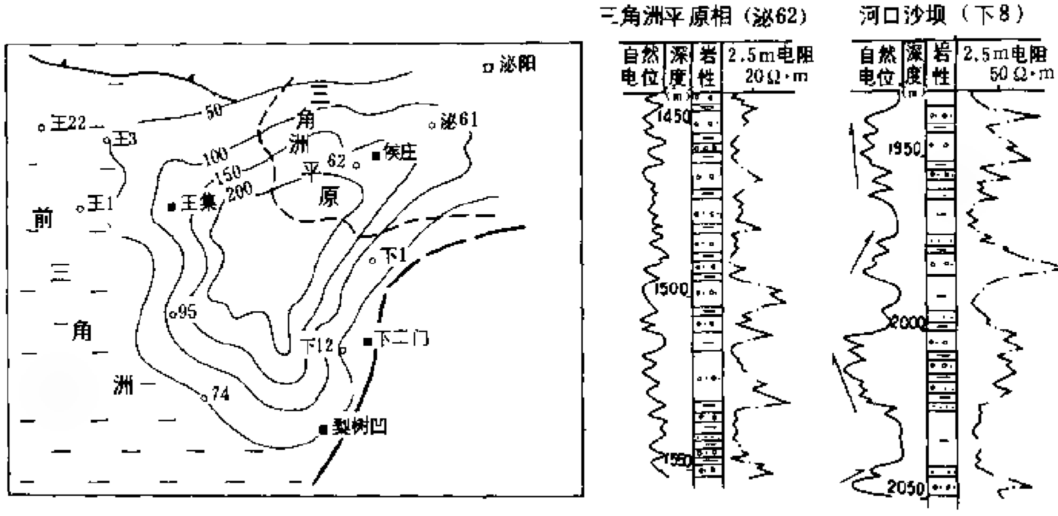


图4-14 侯庄扇三角洲核三上段Ⅰ砂组砂岩厚度及相带分区图

2）三角洲前缘相带中，水下支流河道沉积是重要的组成部分。三角洲前缘相带的地层剖面，为厚层块状的含砾砂岩、砾状砂岩，中、粗砂岩与浅水环境的灰色、灰绿色泥岩、油页岩呈互层状。砂砾岩占地层厚度的30～50%。常见的层理类型为：大型交错层理、斜层理、平行层理及块状层理，这些层理一般都出现在粗砂粒级以上的岩层中。波状交错层理、小型斜层理、槽状层理、爬升层理及变形层理，多出现在中粒及中粒以下的砂岩、泥质砂岩中。在砾状和含砾砂岩中也可见到少量的递变层理。取芯观察，韵律性质有三种类型：第一种，代表河道沉积的正韵律砂层，多数是由几个小的正序列组成，序列之间有明显的冲刷或呈突变接触。这种韵律层的顶底面往往与灰—深灰色泥岩接触，底部冲刷面明显。第二种，代表河口沙坝向河道过渡的复合韵律层，这是三角洲前缘相带常见的一种韵律层。在反韵律层之上经常出现一组更粗的砾岩、砾状砂岩和含砾砂岩，与下伏层有明显的冲刷面。粗碎屑一般由2～3个小的正序列组成，每个小的序列厚度有十几厘米到几十厘米。第三种，代表砂坝的反韵律层，这种典型沙坝沉积，在扇三角洲前缘带中数量比较少，主要出现在厚度较薄的粉细—中—粗砂岩层中，一般厚度为2～10米。

上述三种韵律层中，以第一种和第二种为主，第三种的数量较少。从下二门和王集地区的大量取芯资料统计，反韵律层只占30～40%，而且主要出现在核二段中、上部。这一现象说明，由核三段到核二段，砂体性质略有变化，扇三角洲逐渐向正常三角洲过渡，湖盆地形逐渐变缓，水体变浅。

3）在扇三角洲的沉积层序中，见到较多浊流和碎屑流沉积。这种沉积无明显规律地存在三种沉积韵律，特别是碎屑流，具有块状层理、递变层理的砂岩、砂砾岩浊流沉积。如下5-114井取芯井段1301.3米至1345米，共有8个韵律层，其中浊积岩有1层，单层厚6.5米。

(4) 古城三角洲　位于凹陷西北斜坡上，是来自社旗凸起方向的河流入湖而形成的三角洲。根据该区已钻的5口探井资料，其岩性组合主要为灰—灰绿色泥岩、页岩夹中薄层含砾砂岩，中、细砂岩和粉细砂岩。据泌104井取芯观察，含砾砂岩成分以中、细粒砂为主，含较少的砾石，砾径一般只有0.2～0.4厘米，岩性疏松，分选较好，斜层理和交错层理发育。粉细砂岩和泥质砂岩，波状层理、波状交错层理发育，以反韵律为主，部分复合韵律和正韵律，属于较典型的三角洲河口沙坝沉积。南部地区砂岩变细变薄，以粉细砂岩为主，砂岩占地层厚度的20%，分布稳定，属三角洲远砂坝类型。三角洲河口坝的主体部分和三角洲平原地带，因后期构造运动使凹陷北部斜坡抬升，遭受剥蚀，仅保留了三角洲前缘相带的沉积。

(5) 浊积岩　凹陷中心的皮冲—安棚—程店范围内，是湖水最深部位，存在着浊积砂岩体。如泌101井的含油砂岩体属这一类型，深度为2613.6～2616米，厚2.4米，细、中砂岩，呈油斑和含油显示，电测解释为1.5米的油层，试油获日产油10.2吨，压力系数1.29，属本凹陷最高值，地层压力较高。该层在云1井和泌68井含油细砂岩厚度为1.2米，向四周至云9井、云2井尖灭，分布面积5平方千米，属于浊积岩透镜体。在云1井取芯中，见明显的递变层理、平行层理、波状层理和变形层理段，即鲍马层序中的ABC段，类似这样的砂体在泌68井（图4-15）、泌93井都见到3～4层，砂岩层厚度由2～30米不等，横向变化很大，呈透镜体或浊流河道砂体。

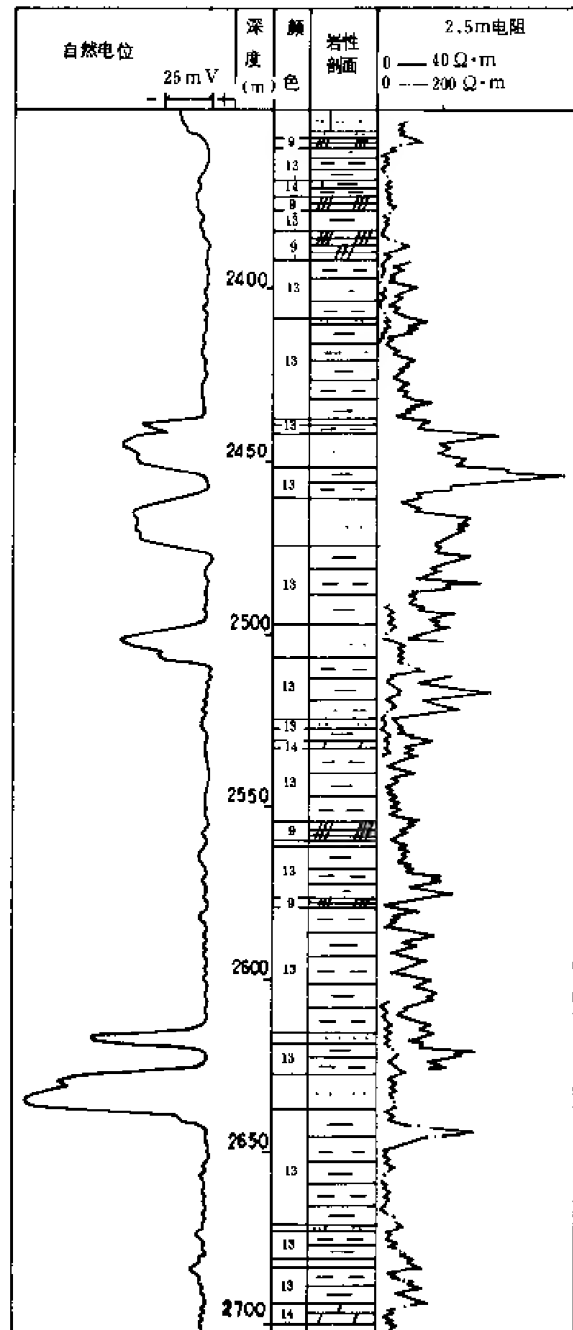


图4-15　泌68井浊积砂岩

上述几种类型的砂体，主要发育在湖盆持续下沉阶段的核三段，尤以核三上段最为明显，因为控制沉积的边界大断层，此时正处于强烈的活动阶段，加剧了盆地与隆起的高差，这时隆起区因长期遭受风化剥蚀，山间河流和洪水流可将大量的碎屑物质带入湖盆，形成水下冲积扇和近源三角洲。据现有资料证实，核三上段沉积时期入湖的河流有九处之多，构成了南北两大水系。由于湖盆处于持续下降阶段，所以扇体始终保持在水下状态，具有明显的洪水浊流性质。在盆地的斜坡地区，与其它凹陷和盆地相比，仍属坡降较大的地区，据侯庄

地区的地层厚度变化，初步推算为60米／千米，离物源区也很近，来自泌阳县城以北的山区河流，流经10～15千米左右的山前平原入湖。河流流域短，地形坡度大，水流能量大，侯庄扇三角洲属近源三角洲。西北斜坡的古城三角洲，物源相对较远，地形较缓，河流入湖后所形成的三角洲具正常三角洲的特点。

当湖盆的沉降幅度逐渐减小，水体变浅，湖盆及其周围的古地貌高差减小时，湖盆中沉积的砂体则以三角洲沉积体系为主。如比较典型的双河水下扇体，到核二段沉积时期，已逐渐转化为扇三角洲，核一段时为河流三角洲。

3. 储集层特征

泌阳凹陷砂岩体的物性比较，水下扇砂体的物性比三角洲砂体的物性较差。如双河水下扇，平均孔隙度16～23%，渗透率0.050～0.900平方微米；侯庄扇三角洲，平均孔隙度20～24%，渗透率0.6～2平方微米。水下扇内部又以扇中和扇中—扇端过渡带最好，如位于扇中的泌11^2井，Ⅲ油组孔隙度平均20%，最大24%，渗透率平均2.021平方微米，最大为2.990平方微米；位于扇端至扇中过渡的观17井，孔隙度平均为16%，渗透率平均为0.391平方微米；位于扇端的泌12～14井，岩性变细，砂层变薄，灰质胶结，物性变差，平均孔隙度为15%，渗透率平均为0.143平方微米。随着深度的变化，物性也明显变差，(表4-3 Ⅰ油组到Ⅸ油组物性变化表)，这种变化反映了成岩作用的影响。下二门油田位于侯庄扇三角洲东部侧缘带的河口坝区，岩性以含砾砂岩、中粗砂岩和细砂岩为主，分选较好，胶结物以泥质为主，含量一般3～10%，灰质含量较低，砂层多以厚层为主，孔隙度最大为31%，最小为4.5%，一般为20～24%，渗透率最大12.929平方微米，最小为0.001平方微米，平均为0.400～1.530平方微米。物性变化，与埋藏深度的增加有关，如埋藏较深的核三段中、下部，比上覆的砂岩物性较差。孔隙度最大为19%，最小为4.7%，一般在15～17%之间，渗透率最大2.460平方微米，最小0.001平方微米，平均为0.052～0.006平方微米（表4-4）。

表4-3　双河油田物性统计表

油组	孔隙度（%）				渗透率（μm^2）				参加平均井点
	最大	最小	平均	分析点数	最大	最小	平均	分析点数	
Ⅰ	24.29	2.32	15.51	80	3.82	<0.01	0.2961	77	泌8、泌21、泌42^2、3-121
Ⅱ	33.71	0.97	18.43	947	15.80	<0.01	0.9658	880	泌8、泌11、泌21、407、3-121
Ⅲ	25.95	7.58	19.04	323	8.57	<0.01	1.1154	309	泌11^2、泌21
Ⅳ	24.91	2.13	17.72	729	6.01	<0.01	0.4624	661	泌11^3、407、420、5-23^2、观11
Ⅴ	25.08	3.58	17.39	278	3.73	<0.01	0.7032	260	观11
Ⅵ	23.21	2.24	16.12	554	9.05	<0.01	0.5204	496	7-16、观11
Ⅶ	28.12	2.61	18.29	619	4.59	<0.01	0.3446	600	4-10、5-23^2、12-14、观17
Ⅷ	20.91	3.69	15.67	56	1.19	0.0014	0.1420	52	12-14、观17
Ⅸ	16.33	3.50	12.66	8	0.10	0.0039	0.0566	8	12-14

表 4-4　下二门油田物性变化表

层位		孔隙度（%）				渗透率（μm^2）				代表井号
段	油组	最大	最小	平均	样品数	最大	最小	平均	样品数	
核一段	Ⅰ	31.89	10.0	22.1	112	8.64	0.0059	1.5108	59	下浅 1 井 下浅 14 井 下 5-10 井 下 5-131 井
核二段	Ⅱ	31.99	4.35	24.2	139	1.77	0.0018	3.1564	101	
	Ⅲ	31.04	4.30	23.3	164	12.76	0.0025	2.1697	147	
	Ⅳ	29.00	10.0	23.3	275	3.35	0.001	0.4849	74	
	Ⅴ	26.6	10.7	20.6	58	2.36	0.001	0.3797	26	
核三段	Ⅰ	22.15	8.8	19.2	141	9.23	0.002	1.635	168	
	Ⅲ	19.9	12.1	15.4	52	2.43	0.0069	0.5983	52	
	Ⅳ	18.2	4.7	17.4	75	0.75	0.001	0.0522	75	

泌阳凹陷的白云岩缝洞储集层是凹陷深部的另一种储集类型。从大量岩芯及化验分析、薄片鉴定等资料，证实白云岩中存在着多种类型的孔洞和裂缝，见良好的油气显示，有两口井（泌 103、云 2 井）试油获工业油流。泌 103 井井深 1960～1972 米（核二Ⅲ段），获日产原油 6.12 吨。其主要特征是：

（1）储集空间　主要是孔隙和裂缝，类型有：

1）次生孔隙型：对储油有意义，属溶蚀孔隙及层间溶缝两种。

溶蚀孔隙型：主要由含碱白云岩中易溶盐类矿物溶蚀而形成的孔洞，孔径最大为 4×9 厘米，一般大于 1～2 厘米，岩芯中常见原油填充。

层间溶缝：主要是层间由于地下水溶蚀作用所形成缝洞，亦常见含油。

2）裂缝型：主要是构造裂缝，属构造应变伴生形成的剪切裂缝，一组与层面成 75～90°的交角，另一组成 45～60°交角，取芯常见成组出现。云 2 井、泌 103 井出油段岩芯被这两组裂缝切割破碎，被原油填充。

（2）孔缝关系与含油性　据岩芯观察、薄片鉴定、电镜扫描，表明含碱白云岩孔隙与含油关系密切。云 2 井 1649.4～1651.2 米第 5 次取芯及 1817.00～1825.92 米第 24 次取芯的岩芯的含碱白云岩中，溶孔发育，面孔率 5%，溶孔含油饱满，未见构造裂缝相连通，而在 1895.5～1904.6 米第 33 次取芯，为泥质白云岩，裂缝较发育，但不含油。据云 2 井、泌 103 井出油段岩芯观察，含碱白云岩溶孔、溶缝发育，构造裂缝也很发育，岩芯破碎，含油饱满。

上述资料表明，次生孔隙、裂缝都很发育的复合孔缝发育段是具工业油流的储集层。

4. 天然碱矿概况

泌阳凹陷安棚碱矿是河南石油勘探局 1976 年泌参 2 井试油时发现的，井段 2055～2060 米，层位核三^{1}段，试油结果日产碱卤水 54.6 立方米。至 1988 年已有 15 口石油探井见到固体碱层（其中 5 口具液体碱），主要分布于泌阳凹陷东南部深凹陷区安棚一带，面积为

12.04 平方千米。碱层埋深 1292～2433 米，层位为下第三系核桃园组第二段—第三段上部，固态、液态两种矿体并存，以固体碱为主（液体只有 2 层），单层厚度为 0.4～4.9 米，固体碱单井厚度一般为 18.2～13.4 米，液体碱一般为 6～7 米，一共有 23 个单层。核三[1]段碱层（7～10 层）相对集中，单层平均厚度相对较大，较稳定，平均厚度为 2.17～4.18 米，常与油页岩、白云岩组成正韵律旋回。碱矿分析结果：密度为 2.3 克／厘米^3，化学成分以 $NaHCO_3$ 和 Na_2CO_3 为主，含量为 62.75～99.47%，一般大于 90%。折算成 100% 的 Na_2CO_3 含量，为 44～74.38%（重量），一般大于 60%。含稀有元素 48 种，均小于 0.001～0.005%，有害元素铀、钍等含量小于 0.0005%，含量很低，质较纯。以单层厚度大于 0.4 米的碱层参加计算，叠加面积为 12.04 平方千米，控制碱矿石总储量为 12673.91 万吨，其 C+D 级储量为 12217.19 万吨（根据"规范总则"可作为编制开发方案的依据）。

根据上述情况，碱层有以下有利开发条件：

①矿石资源较大，质较纯，分布较集中，尤其是 7、8、9 碱层，分布面积 2～5 平方千米，储量达 5400 万吨；②品位高、质纯，便于开发；③碱层顶、底板大部分为白云岩或泥质白云岩，不易垮塌，可采取压裂法或溶解法多种方法开采；④交通方便，南部有唐河经郑老庄至桐柏的公路，也有双河—下二门油田主干公路横过矿区。河南石油勘探局已开始对碱矿进行试验性开采。

二、南阳凹陷

1. 核桃园组沉积特征和相带分布

核桃园组由下到上，可分为三个沉积阶段，与泌阳凹陷相似，每个沉积阶段具有不同的岩性组合和相应环境。

(1) 核三段 是凹陷由快速充填逐渐转入沉陷的湖盆发展阶段。在这一时期湖盆范围约 600 平方千米，沉积产物为深灰—灰色泥岩、白云质泥岩夹砂岩，下部夹少量紫红色泥岩。核三段沉积期由下而上属湖水逐渐扩大、水体不断变深的过程。湖盆内由于北部的魏岗古鼻状构造的分割，形成了以牛三门为中心和东庄为中心的两个水体较深的凹子，以两个凹子为中心，地层厚度向四周明显地变薄、颜色变浅，砂岩增多，粒度变粗，形成了不同的沉积相带。

较深湖相：分布在牛三门和东庄两个凹子中，总面积约 150 平方千米，地层厚度 500～700 米，深灰色泥岩为主，夹泥质白云岩和砂岩，泥岩厚为 400～500 米，泥质白云岩厚 10～25 米，砂岩以粉细砂岩为主，厚度一般为薄层状，占地层厚度的 10～20%左右。

浅湖—滨湖相：分布在该凹陷的东南部，东自龙 24 井北到瓦店，西到沙堰，南至边界断层，均为浅湖—滨湖的范围，面积 430 平方千米，灰色泥岩、钙质页岩夹紫红色泥岩与砂岩的不等厚互层，灰色泥岩厚为 200～400 米，占地层厚度的 20～50%，砂岩以细—中砂岩为主，厚度占 25～30%。

河流—泛滥平原相：是该凹陷面积最大的一个沉积相带。在这个地区主要发育着三条河流，一条来自北部的袁营方向；第二条来自东北部的社旗；第三条来自西北老龙镇方向，它们分别在张店、金华、沙堰入湖，成为湖盆中碎屑物质供给的主要来源。由于古河流的不断变迁，造成大面积的河流与泛滥平原相的间互沉积，分布在凹陷广阔的斜坡地区，占南阳凹陷总面积的三分之二以上。岩性为红色泥岩、杂色泥岩、灰绿色泥岩与砂、砾岩互层，地层厚度比湖区明显减薄，一般为 100～200 米，红色泥岩占地层厚度的 30～40%以上，砂岩类由含砾砂岩到粉砂岩均发育，岩性变化较大，正韵律为主，自然电位曲线呈钟状，反映了河

流相的纵向沉积层序，这种沉积层序在凹陷东部边缘的西大岗露头区最为明显。

西大岗露头区，核三段是一套河流相沉积，厚度约 205 米，岩性是一套砾状中、粗砂岩，夹红色泥岩，在泥岩中含砂砾、粉砂岩条带，钙质、铁质结核普遍发育，虫孔也多。由粗到细组成 5 个正韵律。

上述相带的分布表明，核三段沉积时湖水域较小，仅局限于凹陷的东南部，沉积相带呈不对称的环状分布。沿着湖盆的缓坡张店、金华和杨营等地区分布着三个水进型三角洲砂体；在陡岸的周庄、黑龙庙存在着扇三角洲砂体。

(2) 核二^{3}—核二^{2}亚段　是南阳凹陷的主要沉降阶段，也是湖盆分布范围最广的沉积时期，水体最深的时期，湖岸线大体分布在东到唐河，北到金华，西至南 1 井，南到边界断层的广大地区，面积约 900～1000 平方千米（图 4-16）。

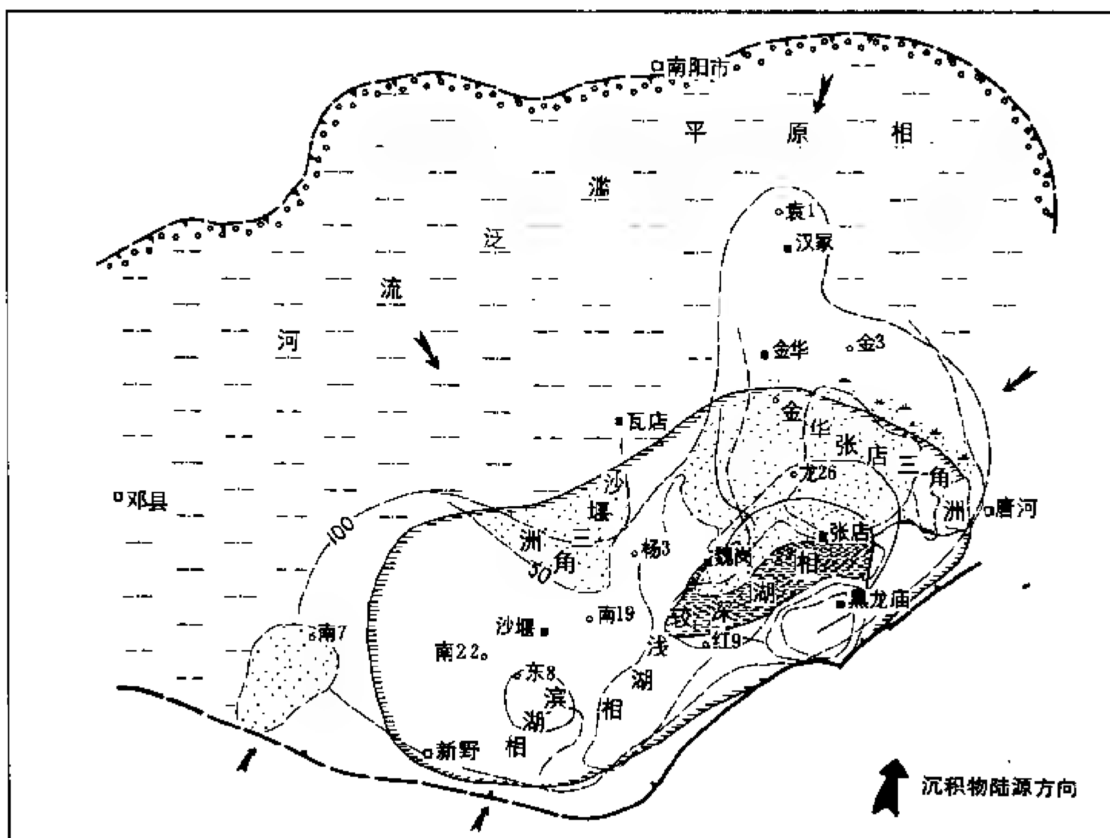


图 4-16　南阳凹陷核桃园组核二^{3}段沉积岩相图

较深湖区：主要分布在牛三门至红渠一带，面积约 150 平方千米，地层厚度为 600～700 米，沉积了大套连续的深灰色泥岩，页岩和油页岩夹砂岩及薄层泥质白云岩。

滨浅湖区：分布面积比较大，与核三段相比，湖区范围向凹陷的东部和西部都有明显地扩大，如东部西大岗露头区，核三段为河流相沉积，而核二^{3} ^{2}段为浅湖—滨湖相沉积。西部南 1 井核三段为泛滥平原相，核二^{3}段时，根据薄片资料，见较多鲕粒存在，说明南 1 井此时已处于滨岸线上。北部和西部斜坡仍为河流泛滥平原相，这个相带发育的三条主要河流变化不大，仍是碎屑物质的主要来源区。湖盆的缓坡带区和陡坡带，分布着大小不同的三角洲砂体。

(3) 核二[1]亚段—核一段：是湖盆逐渐缩小上返阶段，沉积中心向南转移，明显受新野和曲洼两条大断层的控制，沿大断层下降盘呈北东向分布，湖盆中心在牛三门一带，沉积了以灰、灰绿色为主夹紫红色泥岩、灰绿色钙质页岩和砂岩，属于浅水环境。原处于浅湖区的魏岗已在滨岸带上，见含鲕粒和薄层鲕状灰岩，泥岩也以棕红、灰绿和杂色为主。湖盆范围明显缩小，分布面积只有 130～530 平方千米。核一段开始是湖盆逐渐明显相对上升的阶段，廖庄组全部为陆上沉积。

2. 砂岩体类型

南阳凹陷也是多物源的沉积盆地，但砂岩类型比较单一，以河流—三角洲相为主，继承性也较好。主要物源方向来自东北、北和西北部的山区，河流经一段较长的距离后入湖，形成三角洲砂体，所以湖盆中的砂岩体岩性细、分选好、砂层薄。来自南部新野凸起的物源，由于物源以元古界的片岩为主，在湖盆中形成的砂体一般范围小、岩性粗、富含云母、物性差，砂体性质多属扇三角洲。

(1) 三角洲　来自东北部社旗和北部伏牛山区的古河流向湖盆汇集，分别在张店、金华地区形成了两个三角洲砂体，它们互相叠置，构成了湖区内最大的复合三角洲体系，分布在湖盆的东北部，最大面积约 200 平方千米。

来自西北师岗一带伏牛山系的古河流在杨营—沙堰一带入湖，形成了沙堰三角洲，主要分布在杨营以南至沙堰地区，面积约 130 平方千米，是湖盆中第二个大的三角洲。该三角洲岩芯分析资料较少，主要根据录井岩屑和测井资料综合解释确定。但对张店—金华复合三角洲砂体的研究结果，可基本剖析南阳凹陷的主要三角洲砂体特征和沉积环境。

1) 张店—金华复合三角洲是在水进环境和水退环境下发展起来的三角洲，纵向上表现了两种三角洲的沉积层序。

水进层序：核三—核二$^{1-2}$段是湖盆由小变大的水进阶段，所形成的三角洲具有水进的正向沉积层序。三层结构不太明显，自下而上为：河流—河口沉积—滨湖沉积、水下分流河道及河道间沉积、河口沙坝—远沙坝—较深湖相沉积。组成由粗—细的复杂沉积层序。这种层序的下部，湖相泥岩较薄，远沙坝不发育，以水下河道和河口沙坝沉积为主，但砂岩厚度都较薄，横向分布比较稳定。这种三角洲的沉积层序中，没有三角洲平原相或很不发育，主要原因是前一个三角洲体刚刚露出水面接受了不厚的陆上沉积，又被后一个新的水进所淹没和破坏。保留下来的多是河口部位的一些不厚的河流沉积。如张店三角洲的西大岗剖面部分，由核三段的河流相过渡为灰绿色泥岩与分选好的中细砂岩组成的互层段，砂岩具有明显的底部冲刷面，灰绿色泥砾也很普遍，最大直径可见 0.5 米，一般为 0.05～0.1 米。局部可见较大的虫孔，孔长一般为 3～5 厘米。交错层理发育，由下粗上细的正韵律组成，属于滨湖与河口或水下河道沉积的间互层，向上为反韵律层的河口沙坝厚层砂岩与浅湖相灰—灰绿色泥岩、油页岩。在这些层序中，未见三角洲平原相（图 4−17）。

水退层序：核二^{2}—核一段是湖盆逐渐缩小及上升阶段，所形成的三角洲具有较明显的建设型三角洲三层结构的特点。由下而上为前三角洲泥—远沙坝—河口沙坝—三角洲平原相，组成一个反向沉积层序。底积层的湖相泥岩以灰—深灰色为主，属于浅湖—较深湖的沉积环境、远沙坝中的薄层砂岩也较发育，河口沙坝砂岩厚度较大，反韵律明显，砂岩分布范围较广，但横向变化大。上覆的三角洲平原相以灰绿、棕红色泥岩为主，夹薄层粉细砂岩和中厚层中细砂岩。

上述两种沉积层序在剖面上组成了一个较完整的复合层序。反映了南阳凹陷核桃园组沉

积时的湖水进退的变化过程（图 4-18）。

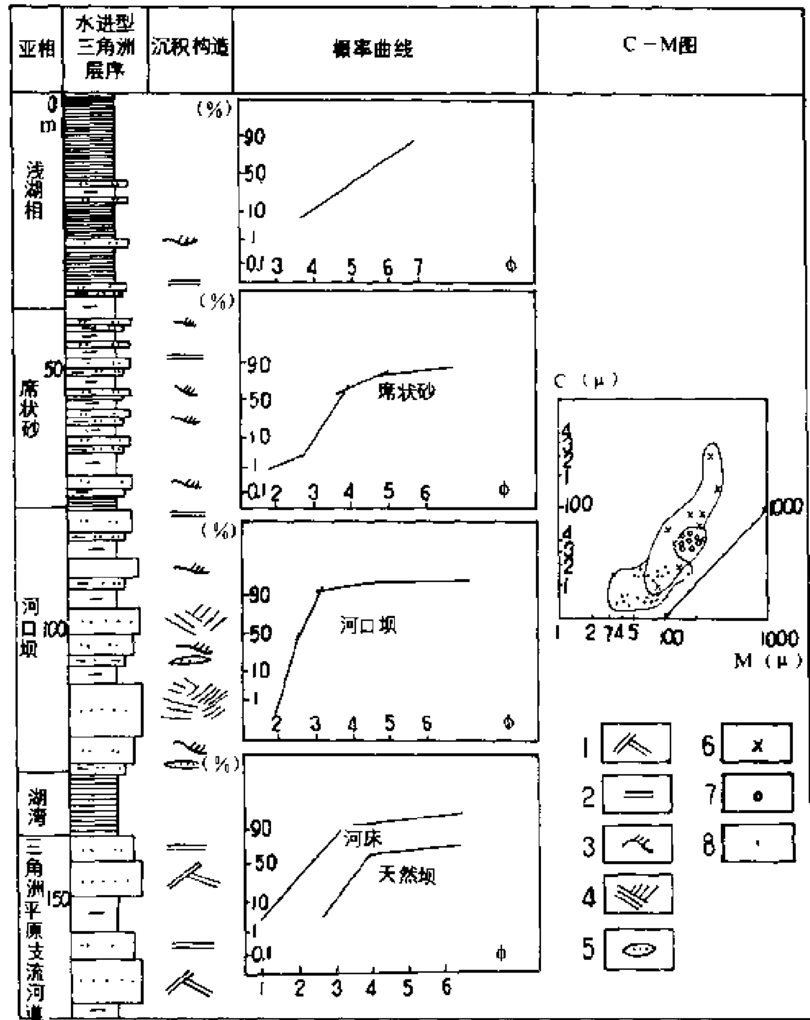


图 4-17　西大岗蔺头区核三上—核二^{2} 水进型三角洲沉积特征

1—交错层理；2—水平层理；3—波状层理；4—缓波状交错层理；

5—透镜层理；6—支流河道；7—河口坝；8—滩沙

2）具有岩性细、分选好、单层厚度较薄的特点。

从三角洲平原相到河口沙坝，河道砂是砂岩发育区，此区砂岩都以中细和粉细粒为主，分选程度好—中等，砂岩成熟度也较高，岩屑含量一般在 5～7%，泥质含量也较低，为 5～8%。砂岩厚度为 2～6 米，大于 10 米的砂层较少，这些特点说明南阳凹陷三角洲沉积，具有离物源较远、坡度小、河流能量小、湖盆坡度缓、水体浅，由河流搬运来的细碎屑经波浪淘洗改造作用较强，整个砂体的岩性较细，分选较好。砂层电性特征表现为幅度明显的指状或指状间互层。

3）具有以牵引流为主的层理和粒度曲线特征（图 4-19）。

从张 7 井、魏 105 和魏 106 井的岩芯观察中发现，中、细砂岩中以斜层理、交错层理和小型槽状层理为主；粉砂岩和泥质粉砂岩中，以波状交错层理、波状层理、透镜状层理和水平层理为主。粒度分析中的概率曲线，主要有二种类型：二段式，即有跳跃和悬浮两部分组

成；二段式，是由悬浮、跳跃和滚动三部分组成，而滚动组分含量低（<5%），跳跃组分占40~70%。在一个砂层中，下部的粉细砂岩以三段式为主，上部的中、细砂岩，则以两段式或二段加过渡段型为主，这种变化与小的沉积韵律一致，即由远沙坝到河口沙坝。以一个成因单元组成的砂层，所做的C-M图型，大部分点子落在平行于C=M基线的QR段内，部分点子落在RS段中，组成了一个牵引流为主的图形。C值为200~300μ、M值为60~300μ，属于河口沙坝和远沙坝类型。

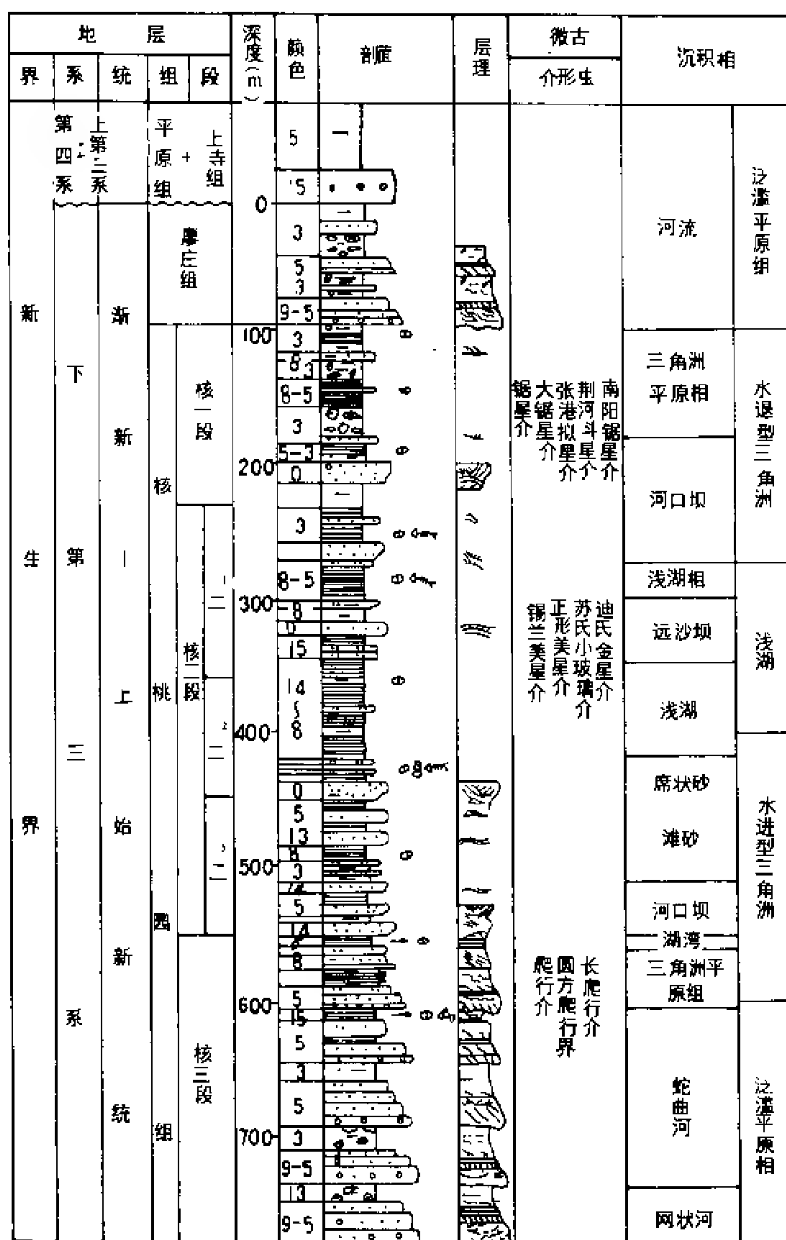


图4-18　西大岗露头区核桃园组沉积特征图

4）具朵状体的儿何形态。

张店和金华三角洲在每个沉积时期的分布形态大体上是一致的，都是呈朵状体分布在湖盆的东北部。张店三角洲分布的范围较小，在较深湖区的边缘大量砂层减薄甚至尖灭。张店

油田位于该砂体的河口沙坝相带中，厚层砂岩分布不稳定，如核二^{3}下部砂层，厚度大于10米的砂层在几百米的距离内尖灭。而薄层的砂岩可延伸较远，个别可延伸至较深湖相区尖灭，分布较稳定，多数围绕三角洲前缘呈朵状体分布。金华三角洲，主要分布在张店以西至魏岗一带，以朵状体分布在浅湖区内。而在魏岗古鼻状东翼存在指状砂体向较深湖延伸，处于古鼻状之上的魏岗油田的油层多系岩性细，厚度薄的席状砂（图4–20）。

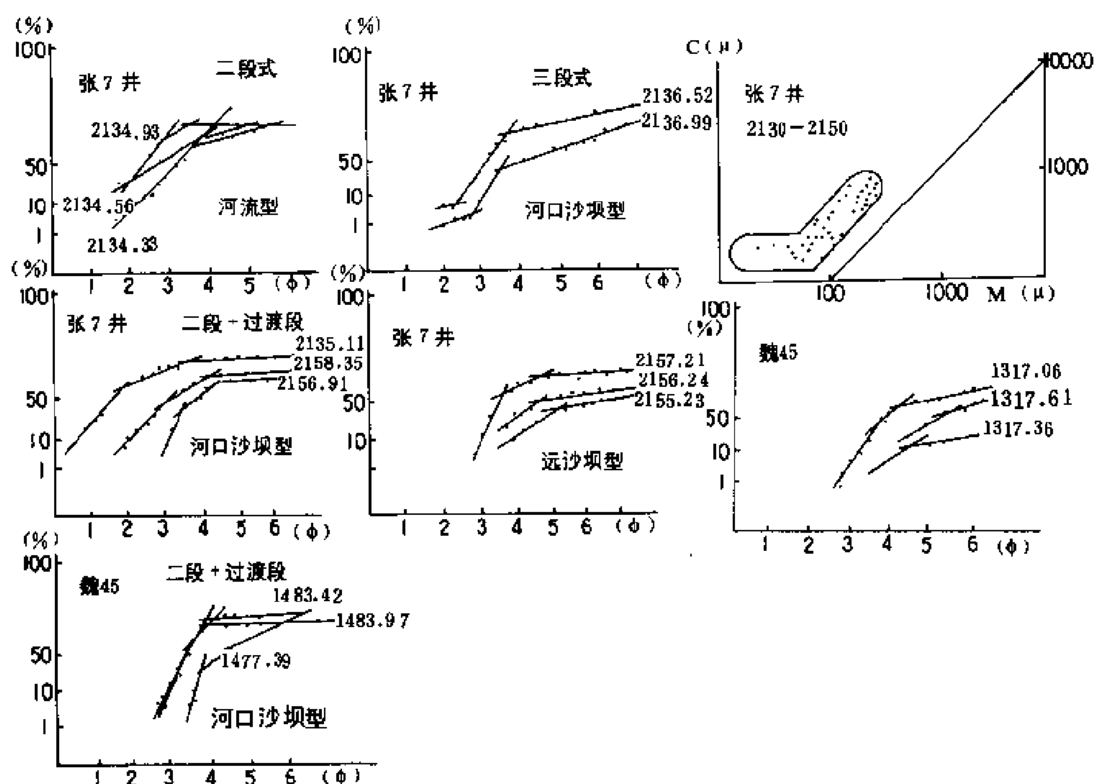


图4–19 张7、魏45井概率曲线CM图

(2) 扇三角洲 沿凹陷东南部边界断层下降盘陡坡上，分布着2～3个面积较小的扇状砂体。根据周庄附近的南9井、龙9井和龙6井的岩屑录井资料、薄片鉴定和电测资料分析，砂岩的特征：岩性粗，以砾岩、砾状砂岩为主夹中细砂岩，分选差，泥质和云母含量高（泥质15～38%、云母19～10%）。砂砾岩层与灰绿色和少量的灰紫色泥岩呈不等厚互层，属浅水的扇三角洲体系。砂体的前缘带可延伸至较深湖区，成为厚度比较薄的浊积砂体，如龙5井核二^{2}段的一些薄层砂岩，属于这一类型。

在最明显水进期的核二$^{3-2}$段，较深湖区还是存在浊积岩，根据一般的沉积模式和泌阳凹陷实例，特别是在牛三门深湖相区具有形成这类砂岩体的有利背景。如北部张店—金华复合三角洲及南部的周庄扇三角洲，这些砂体的前缘带中的砂层都以不同的方式向湖盆中心搬运。该区是今后寻找浊积体的有利地区。

3. 储集层特征

南阳凹陷主要是三角洲相沉积形成的砂岩储集层，分选性比较好，以细、中砂岩为主，孔隙度一般为20～29%，渗透率0.2～0.5平方微米，最高3.881平方微米，与泌阳凹陷相比渗透率明显降低，主要原因是碳酸盐化作用强。根据镜下观察，有三种交代情况：第一

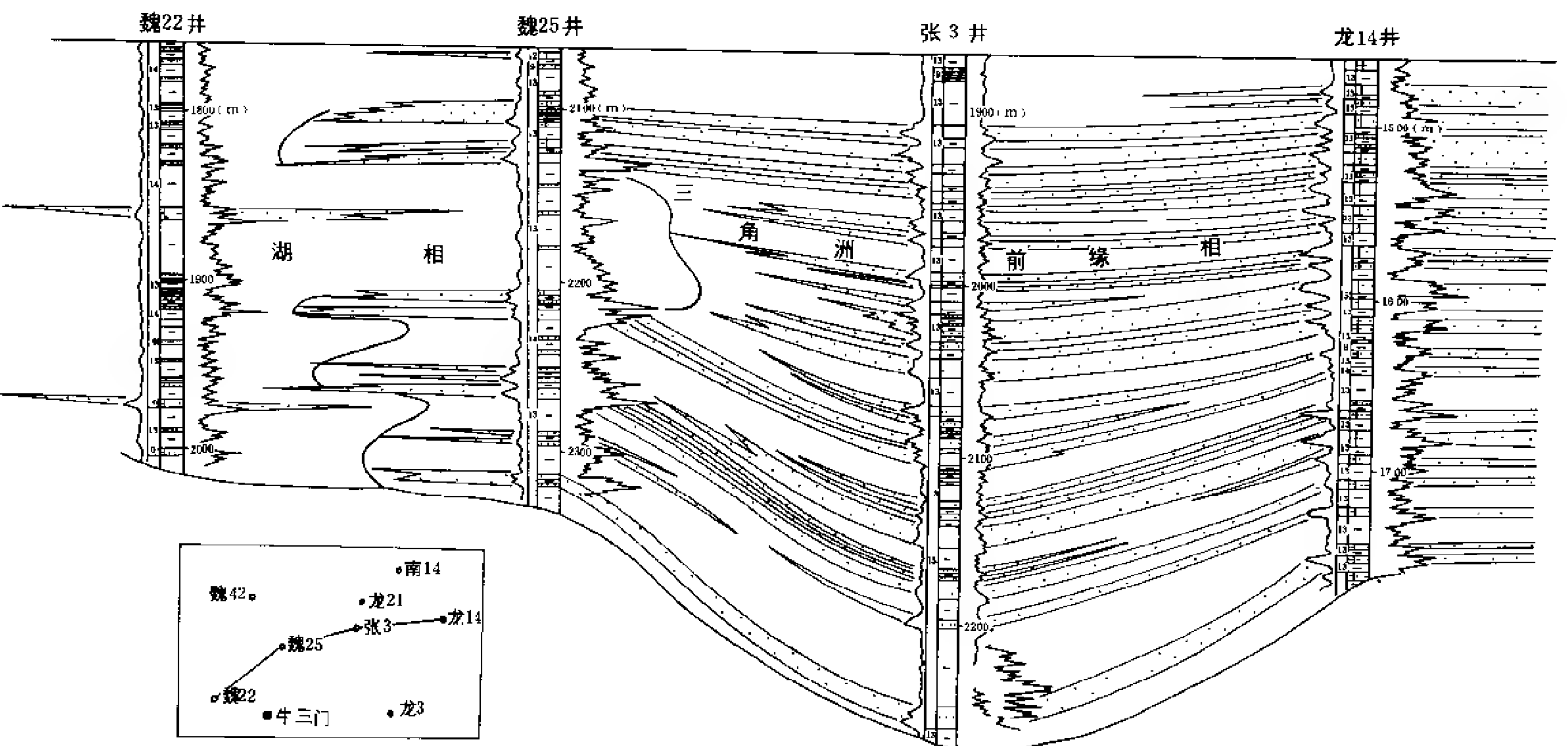


图 4-20 龙 14—魏 22 井核三段沉积相剖面图

种，原生孔隙全部被碳酸盐充填，呈连晶状分布，物性最差；第二种，方解石和白云石连晶呈斑块状分布，保留部分孔隙，物性较差；第三种，只有少量孔隙被充填，物性较好。

上述三种类型，在纵向和横向上有一定的变化，通过张店和魏岗油田取芯统计（表4-5），可以看出随着砂岩埋藏深度的增加，碳酸盐化作用增强，物性变差。如魏岗油田油层埋藏深度主要集中在 1000～1200 米，砂岩以泥质和碳酸盐胶结为主，属于上述的第二和第三种类型，储油物性较好。张店油田油层主要集中在 2050～2300 米，埋深大于魏岗油田，砂岩以碳酸盐胶结为主，属于第一和第二种类型，储油物性较差。

表 4-5 储集物性、碳酸盐岩含量数据表

地区		井段 (m)	孔隙度 (%)	渗透率 (μm^2)	碳酸盐 (%)	泥质含量 (%)	相
魏岗油田	魏156井	1560.18～1567.83	23.6	0.229	3.7		河口坝
		1569.57～1571.36	24.93	1.386	2.74		河口坝
		1596.22～1600.92	23.75	0.266	6.43		河口坝
	魏5井	1221.98～1226.62	27.07	1.058	6.19	6.17	河口坝
		1244.67～1254.46	25.53	0.433	7.66	2.43	河口坝
		1476.07～1487.66	20.55	0.099	10.75	2.5	河口坝
		1519.74～1522.33	19.97	0.21	8.24	2	河口坝
张店油田	张15井	2171.00～2181.13	5.095	<0.001	15.65	3	远沙坝
		2201.70～2205.62	9.75	0.0021	12.02	6	远沙坝
		2317.77～2326.73	9.91	<0.001	14.06	4	远沙坝
	张7井	2130.40～2133.50	10.68	0.001、0.0159	10.04	4.71	河口坝
		2136.00～2139.25	18.45	0.2659、<0.001	3.07	7.80	河口坝
		2140.00～2149.25	8.93	0.0197、<0.001	12.54	3.5	河口坝
		2196.00～2202.80	14.88	0.1197、<0.001	6.25	15.46	河口坝

南部的小砂体，由于母岩区的岩性以云母绿泥石片岩为主，所供给的碎屑物质中泥质和

云母质含量较高，储油物性差。

三、襄枣凹陷

襄枣凹陷位于新野凸起以南，巴洪断褶带以北，西至光化，东到枣阳，面积约7000平方千米。下第三系的沉积厚度为1000～3200米，分布面积为4300平方千米，核桃园组沉积厚度为200～1800米，分布面积约2100平方千米，主要集中在枣阳凹陷。西部襄阳凹陷仅零星分布在牛首和薛集两处，沉积厚度为300～500米，分布面积只有100～240平方千米。凹陷内北西西向断层发育，南部边缘的襄樊—广济断层是主要控制沉积的大断层。凹陷内还有几条北西西向大断层，向北逐渐变小，在断层的下盘往往伴生一些南深北浅的小凹子，形成断凹相间的，由南向北逐渐抬高的次级箕状浅断陷，其沉积特征如下：

1. 核桃园组的沉积特征和相带分布

核桃园组由下而上是湖盆逐渐扩大到再缩小的沉积过程。其中沉积核二段时湖盆分布范围最大，水体最深。根据岩类百分比在平面上的分布特征，可分为三个岩性区（图4–21）。

(1) 暗色泥岩发育区　主要分布在凹陷南部马岗至琚湾一带，面积250平方千米。以绿灰色泥岩为主夹紫红色泥岩、薄层油页岩，暗色泥岩厚度占地层厚度的72%，红色泥岩一般小于20%。如枣17井，核二段暗色泥岩厚度为494.5米，红色泥岩厚为32米。根据部分取芯观察，在砂岩和泥质砂岩中，普遍发育波状、交错、斜层理的搅混构造，局部见有干裂、虫孔和小型冲刷面；泥岩中富含淡水型介形虫、多数是浅水的美星介、上星介、真星介、小玻璃介种等，同时富含螺、蚌和鱼类化石，轮藻和植物碎片也很多。上述沉积特征属浅水湖相沉积环境。

(2) 红、灰间互泥岩发育区　围绕暗色泥岩发育区呈环带状分布，面积约460平方千米。岩性为棕红色泥岩和灰绿色泥岩的等厚互层，夹薄层粉细砂岩，二价硫含量为0.95%，属浅湖到滨湖相沉积范围。

(3) 红色泥岩发育区　面积约1350平方千米。岩性以棕红色泥岩、砂质泥岩为主夹灰绿色和杂色泥岩，砂岩增多，而且以细砂为主夹中粒砂岩，此区二价硫含量只有0.26～0.36%，属于河流泛滥平原相。

上述三个岩性区，分别代表不同的沉积相带，1～2相带为湖盆的分布地区，面积只有700平方千米，只占凹陷总面积的33%，而河流泛滥平原相占67%，说明枣阳凹陷最大水进期的湖盆面积很小，而且沉积中心区也只达到浅水环境。沉积相带北部宽，南部窄，呈不对称环状。

2. 物源方向及砂岩体分布

以砂岩占地层厚度20%起算，大体上形成以枣4井和枣26井区为中心的两个砂岩富集区（图4–22），砂岩等值线的变化可反映砂体物源方向，砂岩层在剖面上具明显的分叉、减薄和尖灭的现象。根据重矿物中稳定矿物及次稳定矿物的平均百分含量的变化，在沉积中心马岗一带的枣1、17、18井最高，分别为12.5～16.3%和39.4～65.5%。东南部的枣26井最小3.6～19.5%。西北方向七方岗一带的枣3、4、5井，也有明显地减少，反映核桃园组沉积时期除东南主要物源以外，同时在西北方向也存在一个物源。这两个物源方向形成的两个砂体，基本上控制了凹陷内砂层的分布。在湖盆沉积范围内砂岩层以粉细砂岩为主，单层厚度一般1～5米，层理类型以交错层理、斜层理、波状交错层理比较发育，这些砂岩属浅湖相泥岩中的夹层，其电测曲线形态也多以指状的反韵律层为主。根据这些特点分析，该凹陷的砂体属于三角洲类型的沉积。

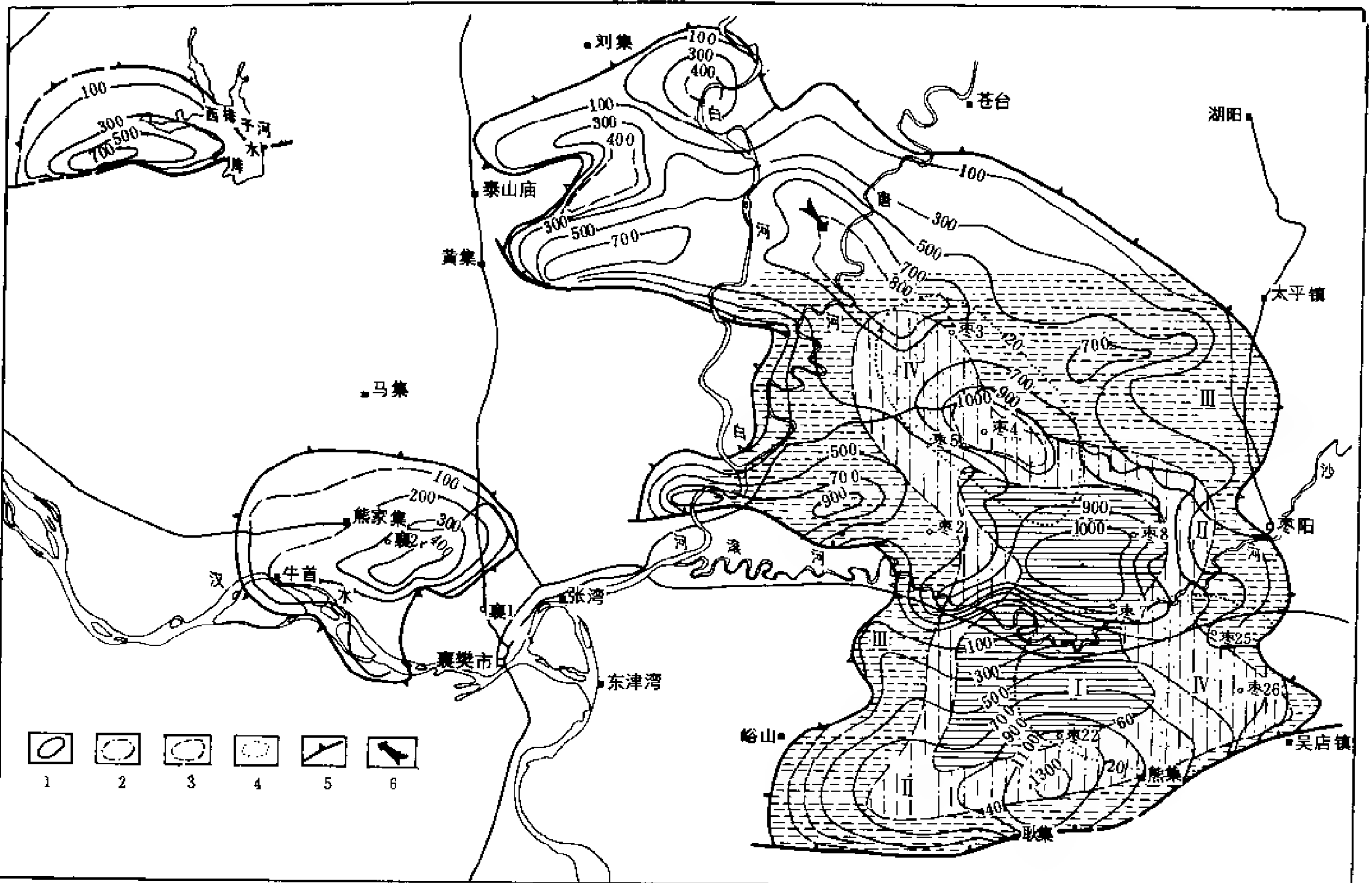


图4 21　襄枣凹陷核桃园组岩性分区图

Ⅰ—暗色泥岩发育区；Ⅱ—红灰间互泥岩发育区；Ⅲ—红色泥岩发育区；Ⅳ—砂岩发育区；
1—地层等厚线(m)；2—暗色泥岩占地层厚度60%等值线；3—红色泥岩占地层厚度40%等值线；
4—砂岩占地层厚度20%等值线；5—核桃园组分布线；6—物源方向

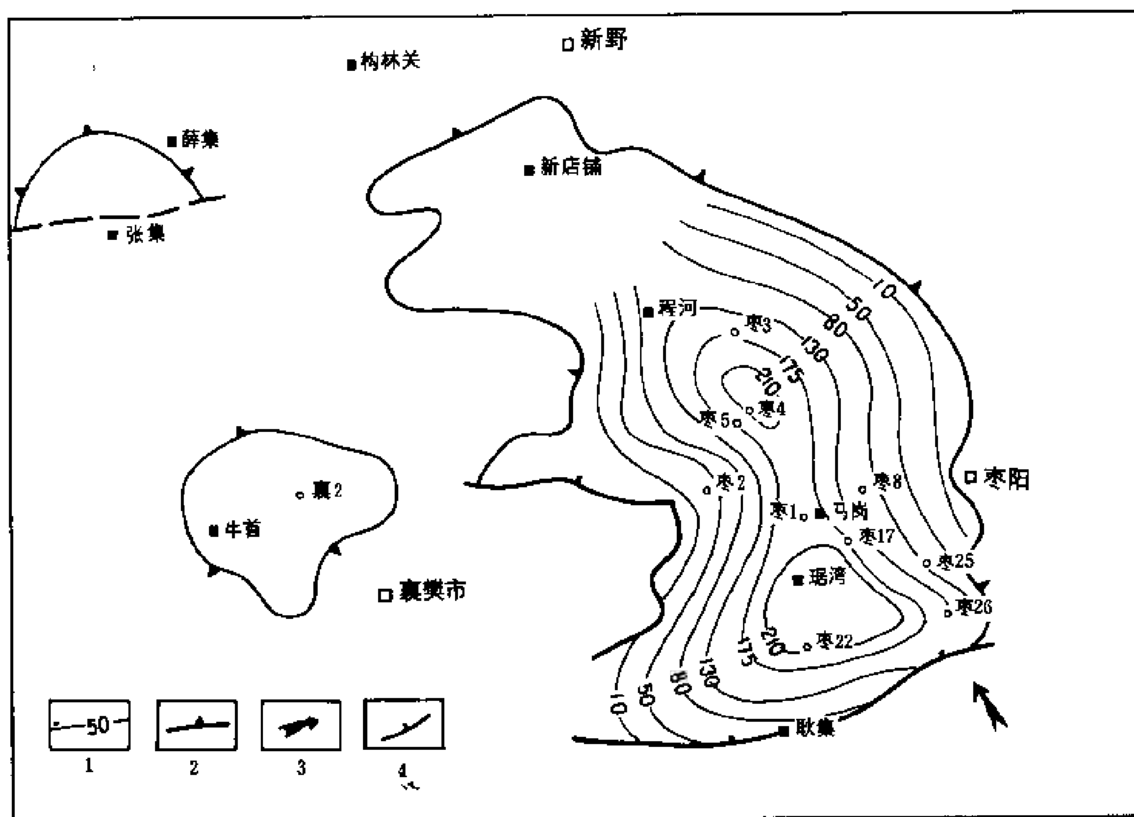


图 4-22 枣阳凹陷下第三系核桃园组砂岩分布图

1—砂岩厚度等值线(m)；2—砂岩尖灭线，3—物源方向；4—边缘断裂

第四节 生 油 岩

一、原油的物理性质及地球化学特征

1. 物理性质

泌阳、南阳凹陷的原油，具有显著的我国陆相盆地原油高含蜡的特点，含量高于其它盆地，其物理性质可概括为"两高两低"，即含蜡量高、凝固点高、饱和压力低、油气比低（表4-6）。

含蜡量最高达 54.45%，凝固点最高达 52℃。根据高压物性分析结果，饱和压力较低，一般为 0.95～4.5（MPa)，油气比也较低，一般一次脱气油气比为 17.1～25.4 立方米／吨。

2. 原油组份与母源主要性质

由于南阳、泌阳凹陷原油含蜡高，因此气相色谱、红外光谱及原油组份组成均反映出该特征，并从这些分析资料可看出原油母质的特征，但由于两个凹陷发育程度的差异，生油母岩特征也有差异，总的来说原油性质可反映母质成份，泌阳凹陷优于南阳凹陷。

(1) 气相色谱特征 南阳和泌阳凹陷原油的气相色谱彼此具有不同的特点（表 4-7）。

南阳凹陷的原油双峰现象不很明显，峰质线常呈箱状，主峰碳为 C_{27}，轻烃($\sum C_{21}$)／重烃（$\sum C_{22}$）的比值较高，常达到 0.70 左右，一般姥鲛烷大于植烷，Pr／Ph 值 >1，

$Pr/n\text{-}C_{17}$ 和 $Ph/n\text{-}C_{18}$ 比值<0.40。泌阳凹陷的原油具有明显的植烷优势，Pr/Ph 比值常小于 0.50，前峰群特征突出，主峰碳数为 C_{23}，轻烃（$\sum C_{21}$）/重烃（$\sum C_{22}$）之比值一般小于 0.50，$Pr/n\text{-}C_{17}$ 值一般>0.60，$Ph/n\text{-}C_{18}$ 值常大于 1。造成这种差异的原因与生油岩的沉积环境有关，泌阳凹陷核三段主要生油岩是以较深水湖相为主，具有较强的还原环境；而南阳凹陷生油层则形成于水体较浅的弱还原环境，生油母质中含有较多的陆源高等植物成分，原油中蜡含量显得更高。

表 4-6　南襄盆地原油分析数据表

凹陷	南阳	泌阳	
油田	魏岗	双河	下二门
井段（m）	1416.0～1756.4	1401.6～2274.0	1120.0～1646.0
相对密度	0.8870～0.8493	0.8662～0.8937	0.8669～0.8970
粘度（70℃）$\times 10^{-3}$Pa·s	8.47～51.20	7.41～30.16	11.52～83.93
凝固点（℃）	41～52	33～39	31～50
含蜡量（%）	43.00～54.45	27.29～40.27	24.26～38.08

表 4-7　南阳、泌阳凹陷原油正构烷烃色谱参数

凹陷	井号	井深 (m)	主峰值	OEP	$\frac{\sum C_{21}}{\sum C_{22}}$	$\frac{Pr}{Ph}$	$\frac{Pr}{nc_{17}}$	$\frac{Ph}{nc_{18}}$
泌阳	双 4-10 井	2100.0	C_{23}	1.04	0.32	0.21	0.60	1.16
	泌 33 井	2052.0	C_{21}	1.02	0.25	0.07	0.74	1.35
	泌 31 井	1928.0	C_{19}	1.08	0.65	0.55	0.58	0.94
	双 2403 井	1641.3	C_{23}	1.05	0.48	0.47	0.54	1.36
	双 4-24 井	1489.3	C_{23}	1.08	0.43	0.40	0.61	1.36
南阳	魏 105 井	1337.5～1395.0	C_{27}	1.04	0.67	1.12	0.39	0.35
	魏 108 井	1436.8～1447.0	C_{27}	1.06	0.72	1.18	0.35	0.30
	红 7 井	2572.0～2580.0	C_{27}	1.03	0.79	1.23	0.32	0.26
	魏 134 井	1354.0	C_{27}	1.05	0.51	0.99	0.38	0.37

（2）红外光谱特征　南阳高蜡原油的红外光谱中，$1460cm^{-1}$ 吸收峰的相对百分组成比较高，普遍>90%，平均达到 93.4%，反映了甲基（CH_3）官能团的丰度，此峰强度在一定程度上取决于原油的生成母质，并直接与原油的含蜡量有关，含蜡量高者，$1460cm^{-1}$ 吸收峰的相对强度也高。另外 $1460cm^{-1}/1600cm^{-1}$ 比值在表列数据中也最大（表 4-8）。

表 4-8 南阳凹陷原油红外光谱数据

井号	层位	含蜡(%)	$\frac{1710}{1600}$	$\frac{1460}{1600}$	$\frac{1380}{1600}$	$\frac{730}{1600}$	$\frac{720}{1600}$	相对组成(%)		
								1460 cm^{-1}	1600 cm^{-1}	1710 cm^{-1}
魏 45 井	核 2		0.239	17.0	5.51		5.18	93.2	5.5	1.3
魏 105 井	核 2	42.3	0.264	18.6	5.69	4.32	5.89	93.6	5.1	1.3
魏 116 井	核 2		0.240	16.2	5.28		5.83	92.9	5.7	1.4
魏 108 井	核 2	43.5	0.072	19.2	5.84	4.13	5.84	94.8	4.9	0.3
红 7 井	核 3	34.2	0.109	16.6	5.90	3.44	4.97	93.8	5.6	0.6

泌阳凹陷原油的红外光谱资料（表 4-9），五个比值反映出以下特征：

①芳烃结构分布指数 $810cm^{-1}/740cm^{-1}<1$，$740cm^{-1}$ 代表芳核或缩合芳核上 4～5 个相邻氢原子的吸收峰，$810cm^{-1}$ 代表 2～3 个相邻氢原子的吸收峰，说明缩合程度较高，地质异构体特征明显；

②取缩比 $1380cm^{-1}/740cm^{-1}$ 较高，为 1.91～2.35；甲基吸收峰强，与甲基化程度相吻合，一般>0.5，甲基官能团丰度高；

③烷芳比（$1380cm^{-1}/1600cm^{-1}$）与芳脂比（$1600cm^{-1}/1460cm^{-1}$）正好呈两个相反的比值，前者值高>2.4；后者值低（0.2 左右），均说明原油中以正烷烃及类脂化合物成份为主，代表芳烃成分的 $1600cm^{-1}$ 较弱，泌阳凹陷生油母质主要来源于以高含脂肪烃的湖相生物为主。

表 4-9 泌阳凹陷原油芳烃红外光谱数据表

井号＼项目	$\frac{810cm^{-1}}{740cm^{-1}}$	$\frac{1380cm^{-1}}{740cm^{-1}}$	$\frac{1380cm^{-1}}{1460cm^{-1}}$	$\frac{1600cm^{-1}}{1460cm^{-1}}$	$\frac{1380cm^{-1}}{1600cm^{-1}}$
泌 11 井	0.96	2.35	0.48	0.19	2.52
泌 21 井	0.92	1.91	0.59	0.23	2.57
下 5-9[2] 井	0.97	2.07	0.52	0.23	2.22
泌 35 井	0.85	1.85	0.52	0.21	2.43
下 3-11 井	0.93	2.06	0.58	0.23	2.45

(3) 卟啉化合物　卟啉在原油和生物岩中常形成稳定的钒和镍的化合物，两种卟啉化合物的含量常与它们的沉积环境有关。一般海相碳酸盐岩中含有较多的钒卟啉，而陆相泥质岩类，则富集较多的镍卟啉。我国第三纪陆相原油，都以富含镍卟啉为特征，南阳、泌阳凹陷的原油符合这种规律，具有富镍低钒的特点（表 4-10）。

表 4-10　原油钒、镍卟啉含量表

凹陷	油田	产层	钒卟啉（ppm）	镍卟啉（ppm）	钒／镍
泌阳	双河	核$_3$	0.6	2.9	0.21
南阳	魏岗	核$_3$	0.3	6.4	0.05
	东庄	核$_3$	2.3	2.0	0.15
	张店	核$_3$	0.71		

(4) 生物标志化合物特征

1) 萜类：原油中萜类化合物种类较多，含量丰富，按异戊二烯单元的数目，可分为倍半萜（C_{14-16}）、双萜（C_{20}）、长链三环萜、四环萜、五环三萜（C_{27-35}）、四萜及多萜。其中倍半萜和三环双萜含量不多，其他较丰富。

原油中普遍含长链三环萜，环烃上的侧链烃分 R 和 S 型，生物分子绝大多数为 R 型，地质异构化逐渐转向 S 型。本区长链三环萜的结构（图 4-23），R 为类异戊二烯烃结构的烷基侧链，碳数一般在 1～11，相应于 $C_{19}H_{34}$ 到 $C_{30}H_{44}$ 系列，已检测出 C_{19}—C_{28}、C_{29}、C_{30}，这类三环萜的碳数十分相似，多以 C_{21} 和 C_{23} 为主峰、C_{19}、C_{22} 含量少，尤其是 C_{27}、C_{26}、C_{28}、C_{29} 均呈 R、S 异构体双峰。这类三环萜是藻菌成因，它的先质体可能是古菌细胞壁中异戊间二烯醇在还原条件下形成的环化物，因此，它的分布与沉积环境有关，一般凹陷边缘含量较低，深凹陷区含量较高，如北坡工集油田三环萜仅占藿烷前列 1.49～4.46%；深凹陷的泌 69 井含量达 15.42%。五环三萜尤其是其中的藿烷系列是本区原油中最丰富的生物标志化合物，其碳数分别为 C_{27}、C_{29}—C_{35}（图 4-24）。藿烷的主体异构体的构型有三种：17β（H）α21β（H）、17α（H）21β（H）和 17β（H）21α（H），其中以 $C_{30}\alpha\beta$ 藿烷最为重要，常占整个三萜的 50%以上，其次是 $C_{29}\alpha\beta$ 一降藿烷；C_{27} 三降藿烷则不太明显，未检测出 C_{28} 双降藿烷，藿烷类的先质体主要是原核生物细胞中的细菌藿四醇，因此，丰富的藿烷可以反映出细菌对原始生油母质的改造作用。

原油中非藿烷系列的五环三萜化合物伽马蜡烷十分丰富，在一些井样品的分析，含量接近或高于 $C_{30}\alpha\beta$ 藿烷，出现相对富集，如下 6-18、泌 8-17 井比值为 0.97；南阳凹陷也见一些高值，如张 5 井生油岩中比值达 0.73。伽马蜡烷主要来源于微体原生动物——四膜虫，也可能与细菌、低等植物有关。从国内、外资料认为伽马蜡烷与有机质沉积时的高盐期有关，常出于现代碱性湖泊和泻湖的碳酸盐—蒸发盐环境中。泌阳、南阳凹陷第三纪古湖盆曾一度为含盐量高的碱性湖，所以高丰度的伽马蜡烷与古环境具有一定的相关性。此外，在泌阳凹陷的核三下段原油中（泌 70 井、泌 109 井）还发现奥利烷和 γ-羽扇烷，这些化合物常来自高等植物。

四萜的重要代表是胡罗卜烷，泌阳原油中都含有丰度不等的 β-胡罗卜烷及少量的 γ 胡罗卜烷（图 4-25）。

胡罗卜烷来自胡罗卜素，它是常温下极易氧化的不稳定有机色素。β 胡罗卜烷能在原油中保存下来，证明了盆地发育中沉积速度快、埋藏快，同时还具备了很强的还原环境。

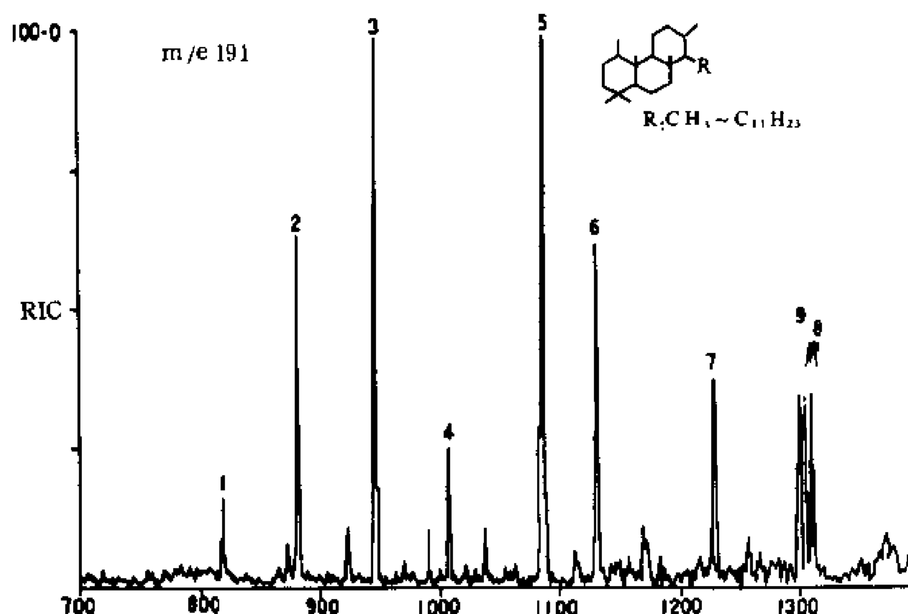


图 4-23 双 2403 井核三段原油中长链三环萜图

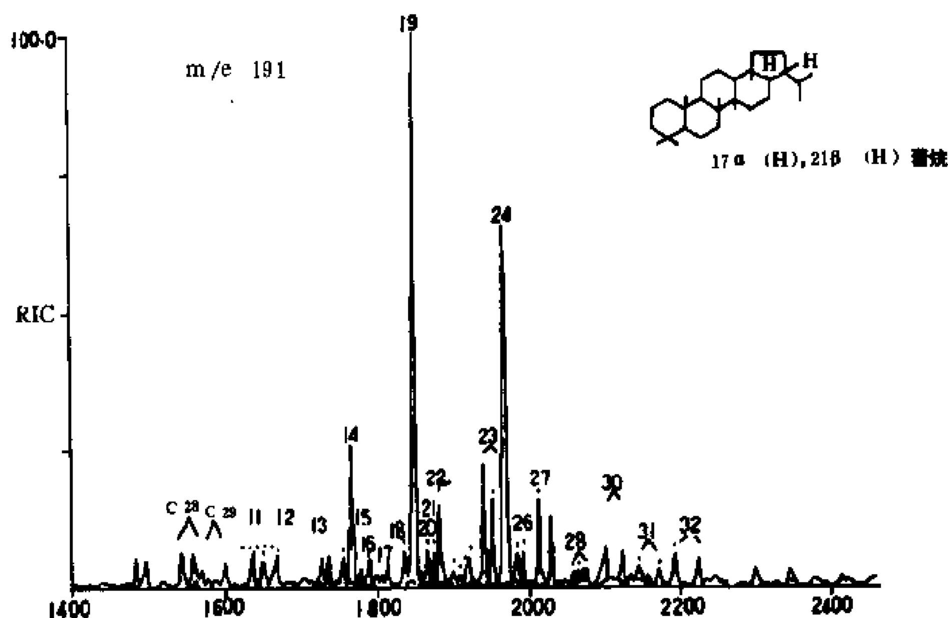


图 4-24 双资 2 井 M/Z191 质量色谱图

2）甾类：在本区原油中常可检出四类甾烷（图 4-26），低碳数甾烷、规则甾烷、重排甾烷和四甲基甾烷。

低碳数甾烷含量比较少，目前检测出的有 C_{21} 的 5α（H）孕甾烷、娠烷，C_{22} 的 5α（H）升娠烷和 C_{23} 降胆甾烷，常以 C_{21} 孕甾烷为主。

规则甾烷的碳数分别为 C_{27}、C_{28} 和 C_{29}，它们均来自动、植物和藻类中的甾醇。

C_{27} 胆甾烷的先质体是动物和微生物中的胆甾醇；C_{28} 麦角甾烷（24-甲基胆甾烷）的先

质体是麦角甾醇，它广泛存在于酵母真菌和藻类中，而 C_{28} 菜油甾醇则多存在于高等植物中；C_{29} 谷甾烷和豆甾烷（24–乙基胆甾烷）来源于豆甾醇和谷甾醇，这都是高等植物中含量较高，来自于丰富的醇类。人们在使用中常以 C_{27} 胆甾烷代表原地水生浮游生物，以 C_{29} 胆甾烷代表高等植物，用 C_{27}/C_{29} 胆甾烷的比值来划分有机质类型。从南阳和泌阳凹陷的比值来看，比值大小不等，有些样品 C_{29} 占优势，有些样品 C_{27} 占优势，根据检测出的4–甲基甾烷有 C_{28}、C_{29}、C_{30} 的 $\alpha\alpha\alpha$ 和 $\alpha\beta\beta$ 主体异构体，以富含 C_{30} 的 4–甲基–24 乙基 $5\alpha14\alpha17\alpha$ 胆甾烷为特征。这种甾烷来自甲藻中的 4–甲基醇，甲藻是生活在咸水、半咸水中的藻类，泌阳凹陷曾发现的渤海藻就属于甲藻类。

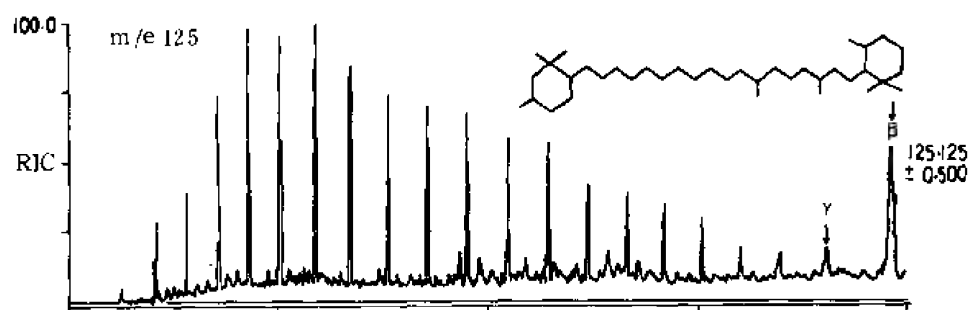


图 4–25　双 4–10–17 井抽提物中胡萝卜烷质量色谱图

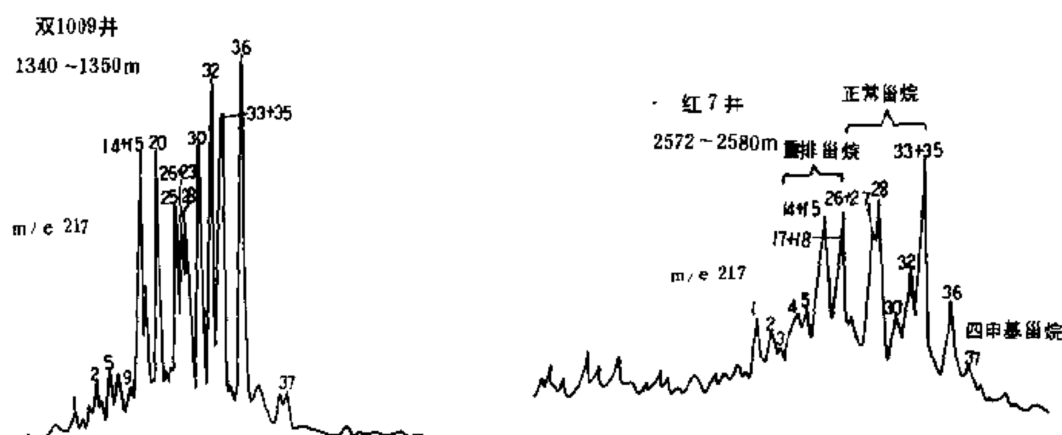


图 4–26　南阳、泌阳凹陷原油中甾烷化合物

成熟度较高的核三下段原油中，重排甾烷有 C_{27}、C_{28} 和 C_{29} 三类，但本区的重排甾烷以 C_{27} 为最丰富。

另外，从生物标记化合物所反映出的特点，泌阳原油还可划成两大类（图 4–27）。

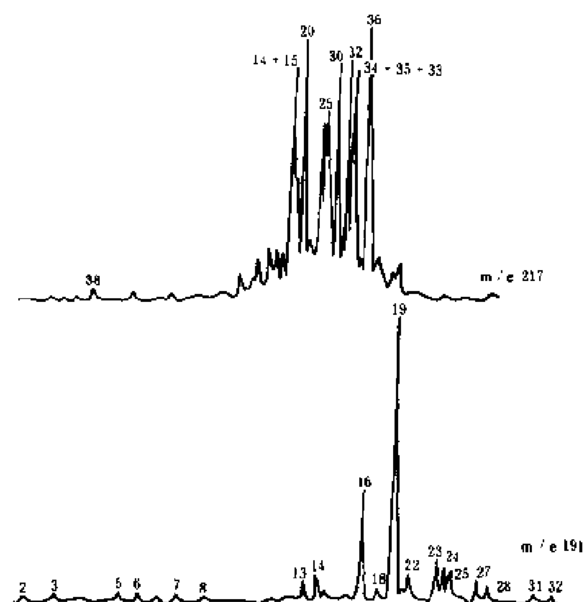
第一类原油的生物标志化合物的特征表现为四个低值，即：

①三环萜烷／$\alpha\beta$–C_{30} 藿烷的值 <0.3；

②孕甾烷／$\alpha\alpha\alpha$20R–C_{29} 甾烷的值 <0.3；

③伽马蜡烷／$\alpha\beta$–C_{30} 藿烷的值 <0.3；

④$\alpha\beta\beta$–20（R+S）–C_{29} 甾烷／$\alpha\alpha\alpha$20R–C_{29} 甾烷及 C_{29} 甾烷 20S／$C_{29}14\alpha$（H）17α（H）甾烷 20R 值均 <1，一般在 0.7～0.9 之间。



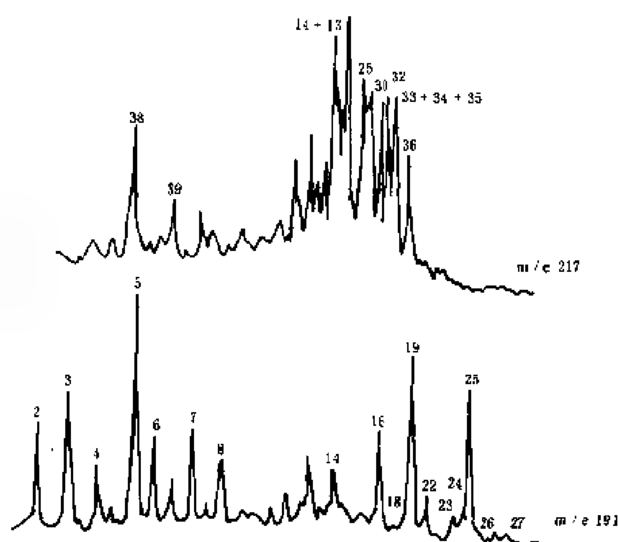


图 4-27　泌阳凹陷原油生物标记化合物特征图

32—C_{29}14α17α20S 甾烷；33—C_{29} 异甾烷 20R；

34+35—C_{29} 异甾烷 20S、C_{29} 异甾烷 20R；

35—伽马烷；36—C_{29}14α17α20R 甾烷

第二类原油的生物标志化合物的特征表现出四个高值，即：

①三环萜烷／$\alpha\beta$-C_{30} 藿烷的值＞0.5，最大可达 1～2；

②孕甾烷／C_{29}14α（H）17α（H）甾烷 20R 的值为 0.3～1.5；

③伽马蜡烷／$\alpha\beta$-C_{30} 藿烷的值为 0.3～1.5；

④$\alpha\beta\beta$20（R+S）-C_{29} 甾烷／$\alpha\alpha\alpha$20R-C_{29} 甾烷及 C_{29} 甾烷 20S／C_{29} 甾烷 20R 的值均＞1。

综上所述：可以看出第二类原油的生物标志化合物以富含伽马蜡烷、胡罗卜烷和藿烷为主的五环三萜烷的特征较为突出。一、二类原油之间的差别，除与该凹陷多物源的特征有关外，与成熟度差别也有关，如第二类原油的第 4 项比值，说明 C_{29} 的甲基甾烷分子结构以地质异构体为主，生物分子以 S 型为主，环状烃分子以 β 型为主，表明成熟度较高。

二、泌阳、南阳凹陷生油层的地球化学性质❶

1. 生油岩的分布及有机质丰度

泌阳凹陷存在三套生油层，即核二段、核三上段和核三下段。

核二段生油层：在凹陷内的分布范围约 600 平方千米，是一套浅湖相至半深湖相的沉积，主要岩性为灰色、深灰色泥岩夹薄层油页岩，在深凹陷内

❶参阅南襄盆地南阳、泌阳凹陷核桃园组生油岩评价报告（1984）。

沉积夹泥质白云岩、泥岩，平均有机碳含量为1.41%，平均氯仿沥青“A”含量为1278ppm，平均总烃含量为837ppm。由于埋藏浅，温度压力比较低，转化率一般只达到5.9%。在大部分地区生油岩未达到成熟阶段，只有在凹陷中心有少部分进入门限值达到成熟生油岩的标准，面积仅有46平方千米，因此生油量有限，是泌阳凹陷的次要生油层。

核三上段生油层：全凹陷有广泛的分布，残存面积达700多平方千米，占全凹陷面积的70%以上，是凹陷稳定下降阶段的沉积，主要岩性为深灰色—黑灰色泥岩夹油页岩、泥质白云岩，属深湖相—半深湖相沉积。生油岩厚度大（400～500米），分布面积广，有效生油岩分布面积达到374平方千米；有机质丰度高，平均有机碳含量为2.05%，平均氯仿沥青“A”含量为2552ppm；平均总烃含量为1286ppm，干酪根以腐泥型为主，少量为腐殖、腐泥型，达到最好生油岩的标准，大部分门限深度以下，成熟度适中是凹陷内的主力油源层，转化率较低，平均只有6.3%。

核三下段生油层：核三下段和上段是一个统一的整体，都是凹陷稳定下降湖水由浅变深，水域不断扩大的半深湖相的沉积，有机碳含量为1.31%，平均氯仿沥青“A”含量为1436ppm，平均总烃含量为1111ppm；干酪根类型主要是腐殖-腐泥型，少量为腐泥型，达到好生油岩的标准。由于核三下段生油岩埋藏比较深，有较高的温度和压力，干酪根热降解转化成烃的条件比核二段和核三上段生油层更为有利，所以核三下段生油岩的烃转化率比较高，达到8.5%，生油岩的生油潜力得到较充分的发挥，和核三上段一样也是主要油源层。

南阳凹陷有二套主要生油层：核三段和核二^3—核二^{2}段，在沉积中心东庄—牛三门一带，分布面积400多平方千米，生油岩岩性以灰色—深灰色泥岩为主，夹油页岩及泥质白云岩，属较深—半深湖相沉积产物，有机质丰度含量指标比泌阳凹陷生油层低。本凹陷两套生油层比较，核二^3—核二^{2}段生油层有机质丰度高于核三段，核三段各项有机质含量平均值为：有机碳0.69%，氯仿沥青“A”1117～1640ppm，总烃464ppm，生油岩厚度300～500米，由于核三段埋藏较深，转化系数比核二段高，为6.7%；核二^3—核二^{2}段各项有机质含量平均值为：有机碳0.72%，氯仿沥青“A”1210ppm，总烃415ppm，生油岩厚度400～800米，转化系数5.8%。以两个凹陷核三段的有机含量指标与我国其它第三系沉积凹陷比较，泌阳凹陷生油层属好的（Ⅰ类凹陷）生油层，南阳凹陷属较好的（Ⅱ类凹陷）生油层（表4-11）。

表4-11　中国主要含油气盆地生油岩有机质丰度数据表

类别	凹陷名称	层位	有机碳(%)	氯仿沥青“A”(%)	总烃(ppm)	总烃/有机碳(%)
Ⅰ类	松辽盆地	青一段	2.21		1612	7.3
	东营盆地	沙三段	1.66	0.2400	1060	6.0
	辽河西部凹陷	沙三段	2.55	0.2370		4.7
	泌阳凹陷	核三段	1.83	0.2168	1219	6.7
Ⅱ类	南阳凹陷	核三段	0.69	0.0765	464	6.7
	潜江凹陷	潜三段	0.70	0.3390	1235	16.1
		潜四段	0.59	0.2060	1277	23.8

2. 有机质类型

(1) 主要分类依据及结果　南襄盆地干酪根类型级别划分，主要参照国内、外有机地球化学家们提出划分意见（表 4–12），本文将干酪根划分四大类，其中Ⅱ类进一步分成$Ⅱ_1$、$Ⅱ_2$，但实际化验资料尚未发现Ⅳ型。

表 4–12　干酪根类型划分一览表

蒂索 1984	布鲁克斯 1981	王启军 1985	黄第藩 1982	本文
Ⅰ型	类脂型	Ⅰ.藻质型	$Ⅰ_1$标准腐泥型	Ⅰ型
Ⅱ型	壳质型	Ⅱ.腐泥—壳质型	$Ⅰ_2$含腐殖的腐泥型	$Ⅱ_1$型
		Ⅲ.混合型	Ⅱ混合型	$Ⅱ_2$型
Ⅲ型	镜质型	Ⅳ.镜质型	$Ⅲ_1$含腐泥的腐殖型	Ⅲ型
			$Ⅲ_2$标准腐殖型	
Ⅳ型	惰质型	Ⅴ.惰质型		Ⅳ型

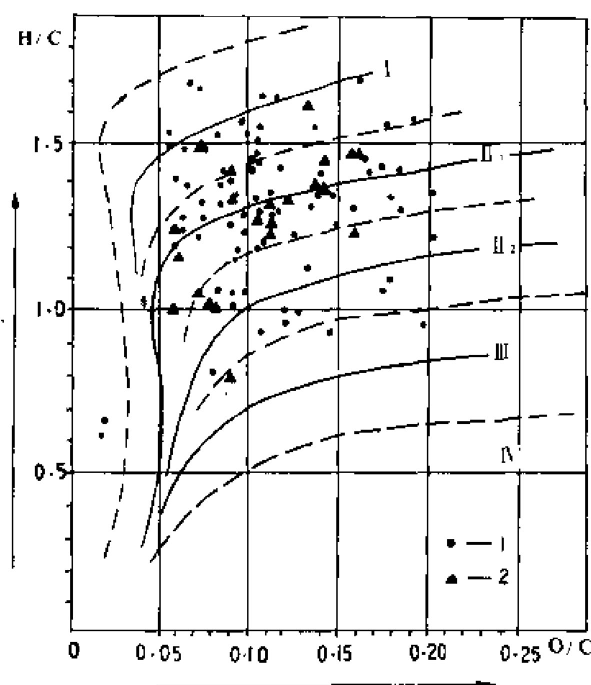


图 4–28　南阳、泌阳凹陷核桃园组干酪根类型分布图
1—泌阳凹陷样品；2—南阳凹陷样品

干酪根划分主要的依据：干酪根元素组成的氢碳（H／C）和氧碳（O／C）原子数的比，即在范·克雷威伦图上的位置。

根据泌阳凹陷核桃园组 70 个样品分析结果，其中Ⅰ型 19 个，占 27.1%；$Ⅱ_1$型 37 个，占 52.9%；$Ⅱ_2$型 12 个，占 17.1%；Ⅲ型 2 个，占 2.1%（图 4–28）。南阳凹陷 22 个样品分析结果，其中Ⅰ型 3 个，占 13.6%；$Ⅱ_1$型 14 个，占 63.6%；$Ⅱ_2$型 4 个，占 18.2%；Ⅲ型 1 个，占 4.6%（图 4–28）。

(2) 干酪根的显微组分特征　南襄盆地属陆相成因的干酪根，显微组分特点是没有任何一种干酪根完全由单一的显微组分所组成，只是以某种显微组分为主。根据透射光、反射光、荧光及电镜扫描特征，各类干酪根显微组成为：

Ⅰ型——藻质型或细菌强烈改造型，以藻质体和富腐泥基质（藻类、细菌、水生生物碎屑经腐泥化作用）为主，占 80%以

上，还有少量的壳质组、镜质组。泌阳凹陷为陆相断陷沉积盆地，干酪根的原始物质以植物为主，Ⅰ型干酪根占较多比例的主要原因是还原环境细菌改造作用，使腐殖型干酪根转变为腐泥型干酪根。

$Ⅱ_1$型——腐泥—壳质型或细菌较强改造型，以富氢腐泥基质和壳质组为主，占80%以上。还有少量镜质组、贫氢无定形和藻质体。高等植物中的富类脂的孢粉质、树脂、角质、木栓质等（统称壳质组）对形成Ⅱ型干酪根在南襄盆地起重要作用。

$Ⅱ_2$型——混合型或细菌较弱改造型，腐泥基质、壳质组与镜质组、贫氢无定形大体均匀混合，还偶见极少量藻质体、惰质体。是有机显微组分最多样复杂的类型。

Ⅲ型——镜质型，以镜质组和贫氢无定形（镜质体微粒）为主，占50～80%，还有少量的壳质组、惰质组。

(3) 干酪根的生油潜量　本指标是以干酪根可能生成油、气最大转化率来评价干酪根质量的好坏，我们采用以美国埃克森石油公司确定的数据为基础，各类干酪根的划分值为：Ⅰ型为0.7～0.55（平均0.625）；$Ⅱ_1$型为0.55～0.4（平均0.475）；$Ⅱ_2$型为0.4～0.25（平均0.325）；Ⅲ型为0.25～0.1（平均0.175）。将泌阳、南阳凹陷的化验资料作成直方图（图4—29），随机变化曲线亦呈近似正态分布，泌阳凹陷生油潜量众位数的值为0.513、中位数的值为0.487。南阳凹陷生油潜量众位数的值0.438，中位数的值0.456。

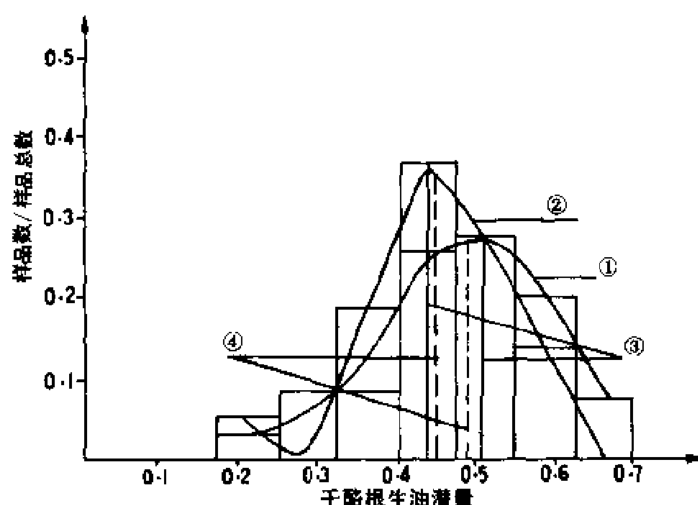


图4—29　泌阳、南阳凹陷核桃园组干酪根类型直方图

①—泌阳；②—南阳；③—众位数；④—中位数

(4) 细菌改造作用　南襄盆地含大量陆源有机质，沉积物中细菌以陆源有机物为养料而繁殖，这一过程是腐殖型的有机物在细菌作用下改造为腐泥型有机物的过程，因此，其自身机体死亡后提供优良的生油母质，各种资料表明这种改造作用为南襄盆地当时内陆湖盆Ⅰ—$Ⅱ_1$干酪根的主要成因，也是$Ⅱ_2$型混合型干酪根出现的主要原因（改造程度差）。

根据上述分类结果，泌阳凹陷干酪根类型以Ⅰ—$Ⅱ_1$型为主，即藻质体和富腐泥基质为主，占总数80%，生油潜量众位数的值为0.513，属腐泥型良好生油岩。南阳凹陷干酪根类型以$Ⅱ_1$型为主，即腐泥—壳质型为主，占总数63.6%，生油潜量众位数值为0.438，属腐泥-腐殖型生油岩，质量比泌阳凹陷的差，属较好生油岩。

3. 生油岩可溶组分含量及干酪根特性

(1) 生油岩可溶组分含量　两个凹陷生油岩可溶分散沥青及其族组成的含量具明显的差别，南阳凹陷生油岩沥青“A”平均含量为 0.0269%，烃的平均含量为 725ppm，未成熟生油岩中的饱和烃含量 11.42～21.79%，非烃类 30.89～43.25%，饱／芳值为 1.4～2.1；泌阳凹陷生油岩沥青“A”平均含量 0.3514%，烃的平均含量 1637ppm，未成熟生油岩饱和烃含量为 23.2～32.4%，非烃类 39.5～43.2%，饱／芳 1.5～2.1。其中，沥青“A”平均含量、含烃量及未成熟生油岩中饱和烃含量等主要指标，泌阳凹陷均高于南阳凹陷。

(2) 干酪根的红外光谱特征　干酪根红外光谱测定基本上反映三类官能团的组合：①脂肪族官能团，以∑AH 代表频带光密度总和，主要吸收频带 1370～2910 (cm^{-1})（脂肪链甲基或次甲基）；②芳香族官能团，以∑AC 代表频带光密度总和，主要吸收频带 1600 (cm^{-1})（芳核）、880～750 (cm^{-1})（芳环）；③含氧基团，以∑AO 代表频带光密度总和，主要吸收频带 1700～1030 (cm^{-1})。根据两个凹陷 19 个样测定结果，Ⅰ型干酪根∑AH 光密度高，因此，∑AC／∑AH 值较低，为 0.065～0.125，(A1600cm^{-1})／(A2900cm^{-1}) 也较低 0.123～0.262；Ⅱ型则相反，∑AH 光密度低，∑AC／∑AH 及 (A1600cm^{-1})／(A2900cm^{-1}) 相对升高，分别为 0.141～0.265、0.262～0.446；Ⅲ型的两个比值最高分别为 0.957～2.810、1.724～6.667。南襄盆地的Ⅰ、Ⅱ型干酪根，官能团的组分属富含脂肪族基团为主，因而，∑AH 吸收频带高。两个凹陷相比，泌阳凹陷干酪根的 2900cm^{-1}、2840cm^{-1}、1640cm^{-1} 吸收峰均大于南阳凹陷同官能团的吸收峰，说明前者富氢官能团高于后者。

表 4-13　干酪根碳同位素数据

井号	井深 (m)	类型	$\delta_{13}cPDB$ (‰)
下 5-10 井	1298 77		-28.216
魏 45 井	1432		-28.917
魏 106 井	1500	Ⅰ	-29.734
双 3-21 井	1651		-28.991
下 5-10 井	1699 33		-25.208
泌 11^2 井	1730.8		-28.437
下 5-10 井	1593.09		-25.673
泌 11^2 井	1612		26.741
泌 405 井	1653.5		-26.888
张 15 井	2185	$Ⅱ_1$	-27.625
双 4-10 井	2186.2		-26.334
张 15 井	2378		25.291
红 8 井	2420		-27.531
红 8 井	2430		-26.269

续表

井号	井深（m）	类型	δ_{13}CPDB（‰）
龙22井	2340	$Ⅱ_2$	−26.906
张15井	2391		−26.620
新4004井	1264		−23.884
张15井	2330	Ⅲ	−24.101
褐煤			−24.437

（3）干酪根稳定δ_{13}C同位素特征　从生物组分与稳定δ_{13}C同位素的关系可概括为：木质素、纤维素、碳水化合物的δ_{13}C含量均高于类脂物，即有机官能团中，羰基、羟基、苯基和酚基的δ_{13}C高于甲基、次甲基。根据18个样品分析结果（表4−13），δ_{13}C含量随着干酪根类型变差而升高。将干酪根的元素原子比H／C与稳定同位素δ_{13}C含量作关系图（图4−30），其结果四类型分区清楚，从Ⅰ到Ⅲ型随着H／C原子比值降低，δ_{13}C‰逐渐增大，大体成对角分布。

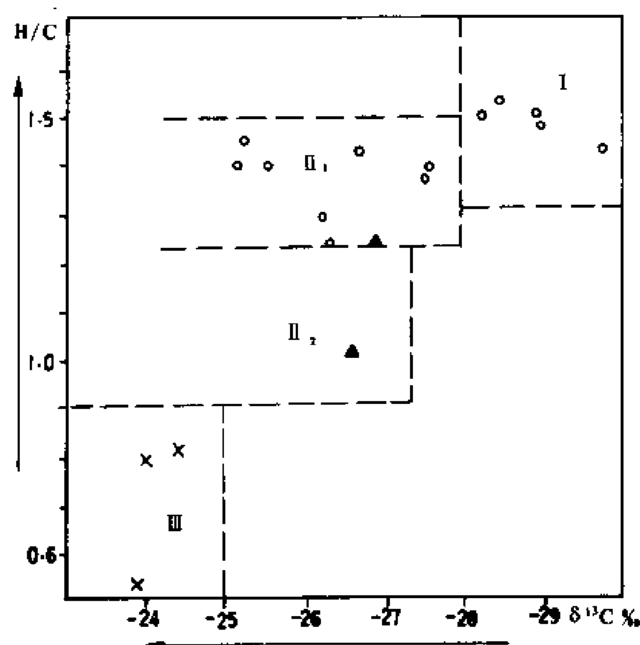


图4−30　干酪根H／C与δ^{13}C关系图

三、生油岩的成熟度及热演化

1. 成熟生油岩门限深度

（1）镜质体反射率的演化特征

根据Snowdon和Powell对加拿大西部盆地中不成熟轻质油研究结果，认为不成熟的凝析油和环烷基石油的生油母质主要是树脂体，当树脂体含量丰富时（10～15%），当Ro＝4%，便可开始形成相当量的环烷基石油和凝析油。南襄盆地干酪根以Ⅱ型为主，其显微组分含丰富壳质组分，属一种富脂质体与富壳质体的干酪根，从样品分析结果所作的Ro%与深度关系图，镜质体反射率达0.5%时有明显拐点，根据上述的结论，相应井深为成熟门限深度（图4−31），泌阳凹陷生油门限深度1650～1700米，南阳凹陷生油门限深度为1800～1850米。

根据镜质体反射率的化验资料，泌阳凹陷于井深3151米处于已达高成熟阶段（Ro＝1.35%）；南阳凹陷井深3045米处于中成熟阶段（Ro＝0.99%），说明大体在3100米以上，两个凹陷都可形成未成熟油、低成熟油及中成熟油，而泌阳凹陷还可形成部分高成熟油。

(2) 孢粉颜色和干酪根的荧光性　随着演化程度增加，孢粉颜色由淡黄变成橙黄再变成黄褐、褐黑。而干酪根萤光逐渐减弱，直至消失。对南阳凹陷 22 个样品的孢粉颜色进行观察统计表明，在 1400～1800 米以淡黄绿色、淡黄为主，属未成熟带。在 1800～2350 米橙黄色为主，个别为黄棕色。2350 以下，逐渐以棕褐色为主。泌阳凹陷大致在 1700 以上为淡黄、绿黄色为主，1700 米以下变成橙黄、褐黄。

在未成熟带，泌阳、南阳 I 型、II 型干酪根萤光都很强。在生油门限以下，随成熟度增高，萤光色调基本变化不大，但强度逐渐降低。南阳凹陷的 II 型干酪根在 2500 米以下，萤光就弱多了。

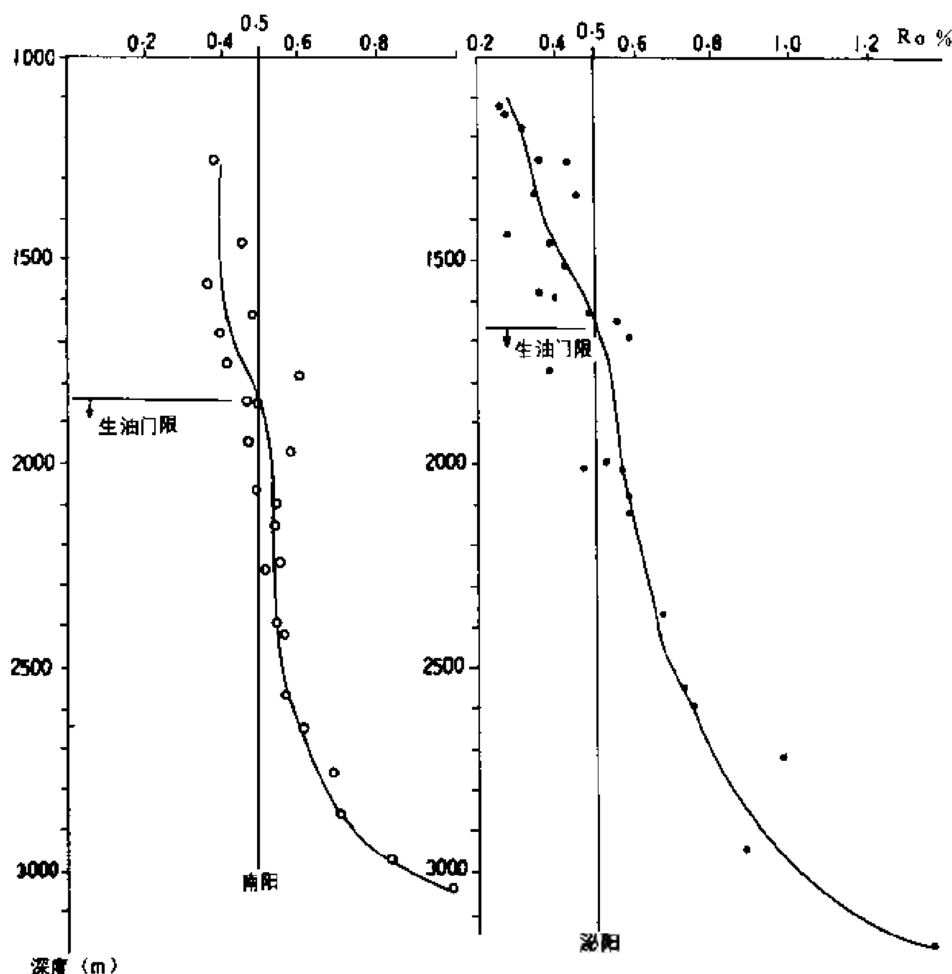


图 4-31　南阳、泌阳凹陷镜质体反射率曲线

2. 干酪根元素组成随深度的变化规律

干酪根在其演化过程中处于一种内部结构和分子组成的改变状态，生油岩未成熟之前，各种元素处于一个相对稳定的势态，一旦进入成熟门限由于各种元素的热稳定性不同，将会随热能的不断增加而改变元素的原始组成。泌阳凹陷干酪根元素组成大体以井深 1873 米为界限（表 4-14），界限以上 H／C 原子比均大于 1.3，O／C 原子比均大于 0.1；界限以下 H／C 原子比变小，为 1.05；O／C 原子比则小于 0.10，说明随着成熟度增加，H、O 元素在逐渐减少，而 C 元素则相对富集。结合 Ro%值所定的门限深度，泌阳凹陷干酪根低成熟

段为 1650～1900 米，以下为成熟段。

表 4-14　泌阳凹陷干酪根元素组成数据表

井号	井深 (m)	层位	元素组成（%）				原子比		成熟度
			C	H	O	N	H/C	O/C	
王 2 井	1181.50	核$_2$	52.08	6.23	8.95		1.4355	0.1289	未成熟
下 5-131 井	1321.51	核$_2$	59.28	6.57	10.68	0.17	1.3207	0.1352	
王 15 井	1661.00	核$_3^{上}$	70.72	7.86	9.66	2.10	1.3244	0.1025	
双 12-14 井	1873.33	核$_3^{上}$	74.11	8.40	10.29	2.00	1.3507	0.1042	
泌 2 井	2013.02	核$_3^{中}$	64.45	5.81	8.37	2.89	1.0578	0.0959	成熟
泌 80 井	2601.56	核$_3^{上}$	64.64	5.65	7.90	2.09	1.0416	0.0918	
泌 74 井	2728.75	核$_3^{上}$	69.43	6.10	7.57	2.30	1.0470	0.0818	
泌 71 井	3012～3022	核$_3^{下}$	60.65	5.71	10.51	2.16	1.1219	0.1300	

南阳凹陷干酪根元素组成变化界限（表 4-15），大体为井深为 1970 米，界限以上干酪根的 H/C 大于 1.3，O/C 大于 0.1；界限以下 H/C 小于 1.3、O/C 一般小于 0.10，元素组成随深度变化相似于泌阳凹陷。结合 R_o% 所定的门限深度，南阳凹陷初成熟段为 1800～2000 米，以下为成熟段。

表 4-15　南阳凹陷干酪根元素组成数据表

井号	井深 m	层位	元素组成（%）				原子比		成熟度
			C	H	O	N	H/C	O/C	
张 5 井	1086	核$_1$	45.95	6.05	10.70	0.94	1.58	0.19	未成熟
张 5 井	1460	核$_2$	47.97	5.98	10.40	1.12	1.50	0.16	
红 7 井	1745	核$_2$	36.78	4.67	10.82	0.99	1.52	0.22	
红 11 井	1847	核$_2$	44.14	4.81	8.02	1.15	1.31	0.14	
张 5 井	1970	核$_2$	51.73	5.99	7.30	1.28	1.39	0.11	
红 7 井	2050	核$_2$	41.89	4.24	8.00	1.34	1.21	0.14	成熟
张 15 井	2368	核$_3$	68.29	6.00	6.30		1.05	0.07	
张 15 井	2405	核$_3$	73.49	6.18	5.86		1.00	0.06	

3. 可溶有机质的热演化特征

可溶有机质主要是指氯仿沥青及其族组分，化验分析结果各项数据也随着生油岩热演化

程度的加深而发生有规律变化。泌阳凹陷氯仿沥青及其族组成的平均数值（表 4–16），大体以井深 1900 米为显明的界限，界限以下氯仿沥青含量增加到原来的 1.7 倍，总烃增加到原来的 2.2 倍，烃和沥青的转化率都较门限界限以上分别增到原来的 2.7 和 2.1 倍，非烃成分相对下降了 19.3%。

表 4–16　泌阳凹陷生油岩成熟前后氯仿沥青及族组成平均数据表

井段	<1900m	>1900m
成熟度	未成熟	成熟
"A" (%)	0.1759	0 3003
饱 (%)	38.7	52.9
芳 (%)	17.8	17.6
非 (%)	41.0	21.7
沥 (%)	2.5	4 8
HC (ppm)	1029.4	2232.1
HC/C (%)	6.5	17.6
"A"/C (%)	11.3	23.7
饱/芳 (%)	2.7	3.1

南阳凹陷生油岩氯仿沥青及族组成的平均数大体以井深 2000 米为界（表 4–17），界限以下氯仿沥青含量较界限以上增加到原来的 4 倍，总烃含量增加到原来的 7.2 倍，饱和烃增加到原来的 2 倍，烃和沥青转化率分别提高了 6.1 倍和 2 倍，非烃含量相对下降了 13.9%。

表 4–17　南阳凹陷生油岩成熟前后氯仿沥青及族组成平均数据表

井段	<2000m	>2000m
成熟度	未成熟	成熟
"A" (%)	0.0291	0.1186
饱 (%)	24	49.5
芳 (%)	11.4	12.9
非 (%)	38.2	24.3
沥 (%)	5.3	3.8
HC (ppm)	106	762
HC/C (%)	1.7	10.4
"A"/C (%)	4 1	8.0
饱/芳 (%)	2.1	3.5

以上两个凹陷可溶组分变化，说明了进入成熟段后，干酪根明显地向烃类转化，生油岩烃类残余轻质成份显著增加。

4. 正烷烃的热演化特征

根据泌阳凹陷和南阳凹陷正烷烃色谱参数随深度的变化，可看出正烷烃演化情况，但初成熟段变化不太明显，进入成熟段（泌阳凹陷1900米深度以下，南阳凹陷2000米深度以下）各参数明显反映正烷烃成熟度高。泌阳凹陷正烷烃进入成熟段后变化情况为：主峰碳数由 C_{27} 变为 C_{23}（图 4–32），奇偶优势消失，CPI 由大于 1.26 下降到 1.15，高分子量的异戊二烯烃裂解为低分子量，$Pr/n\text{-}C_{17}$ 和 $Ph/n\text{-}C_{18}$ 比值分别由平均数 2.01 和 2.89，下降到 0.97 和 1.43，同时 $C_{21}+C_{22}/C_{28}+C_{29}$ 比值由 0.41 上升到 0.76；南阳凹陷正烷烃进入成熟段后变化为：主峰碳由 C_{27} 变为 C_{23}，奇偶优势消失，OEP 由大于 1.2 变为小于 1.0（平均 0.83），高分子量的异戊二烯烃变成低分子量，$Pr/n\text{-}C_{17}$ 和 $Ph/n\text{-}C_{18}$ 分别由平均值 0.87、1.45，下降到 0.71、0.72，同时，$C_{21}+C_{22}/C_{28}+C_{29}$ 比值也增加，由小于 1.0 变为大于 1.0（平均 1.79），正烷烃向低分子量变化。

5. 生物标志化合物与生油岩、原油成熟度关系

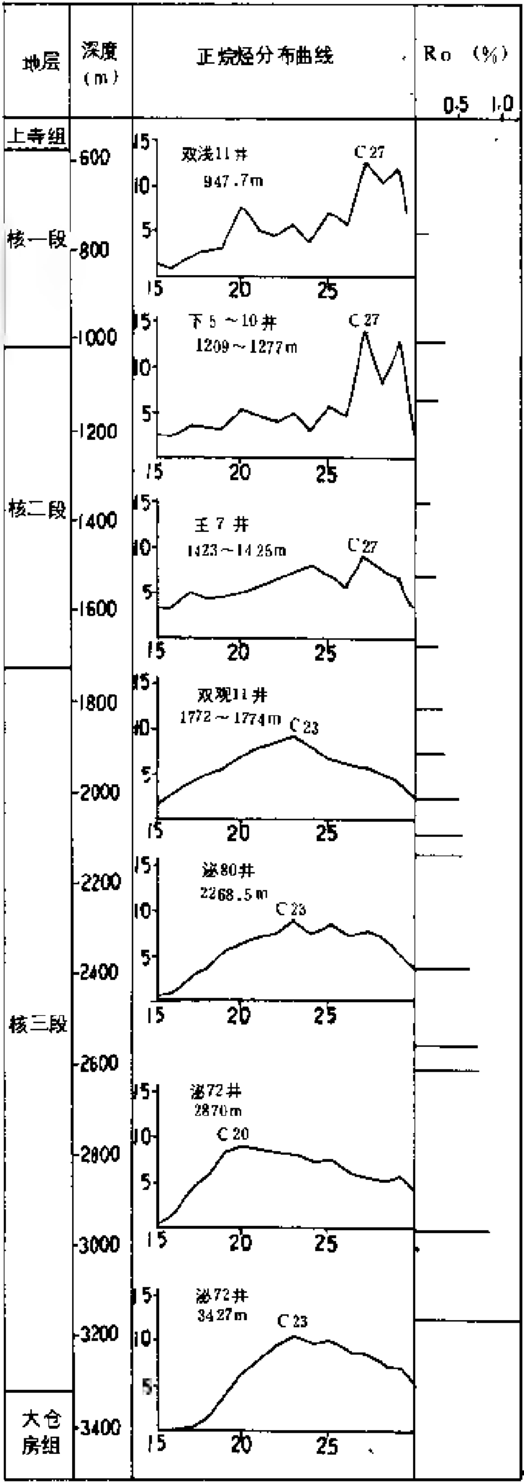


图 4–32 泌阳凹陷正烷烃分布演化图

泌阳凹陷的甾、萜烷类，根据长链三环萜、伽马蜡烷及甾／藿比值可将生油岩中有机质分为三类：第一类是三种成分含量低（三低）；第二类是甾／藿比值高，其它二种含量低（二低）；第三类是三种含量值均高（三高）。其中，第一、二类有机质大体相当于核三上—核二，三类则相当于核三下生油岩，第一类属低成熟或不成熟有机质，第二、三类属成熟或高成熟的有机质，第三类主要属深部核三下成熟度较高的生油岩所形成的。目前泌阳凹陷产出的石油主要呈成熟型，指标较高，以核二段生油层所形成的原油为主（图 4–33）。

南阳凹陷的原油与生油岩，以第一、二类的有机质为主，成熟度比泌阳凹陷的原油和生油岩低（图 4–33）。

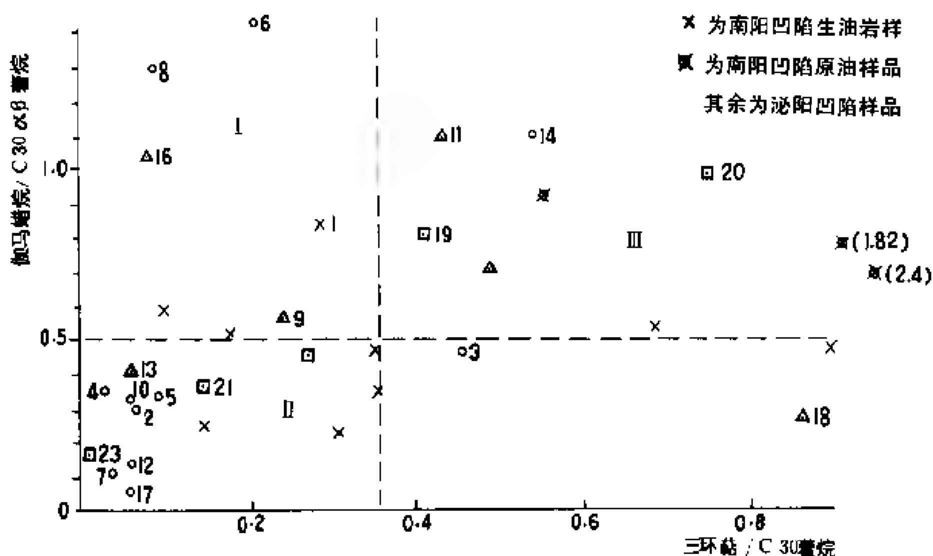


图 4—33 伽马烷指数及三环萜指数相关图

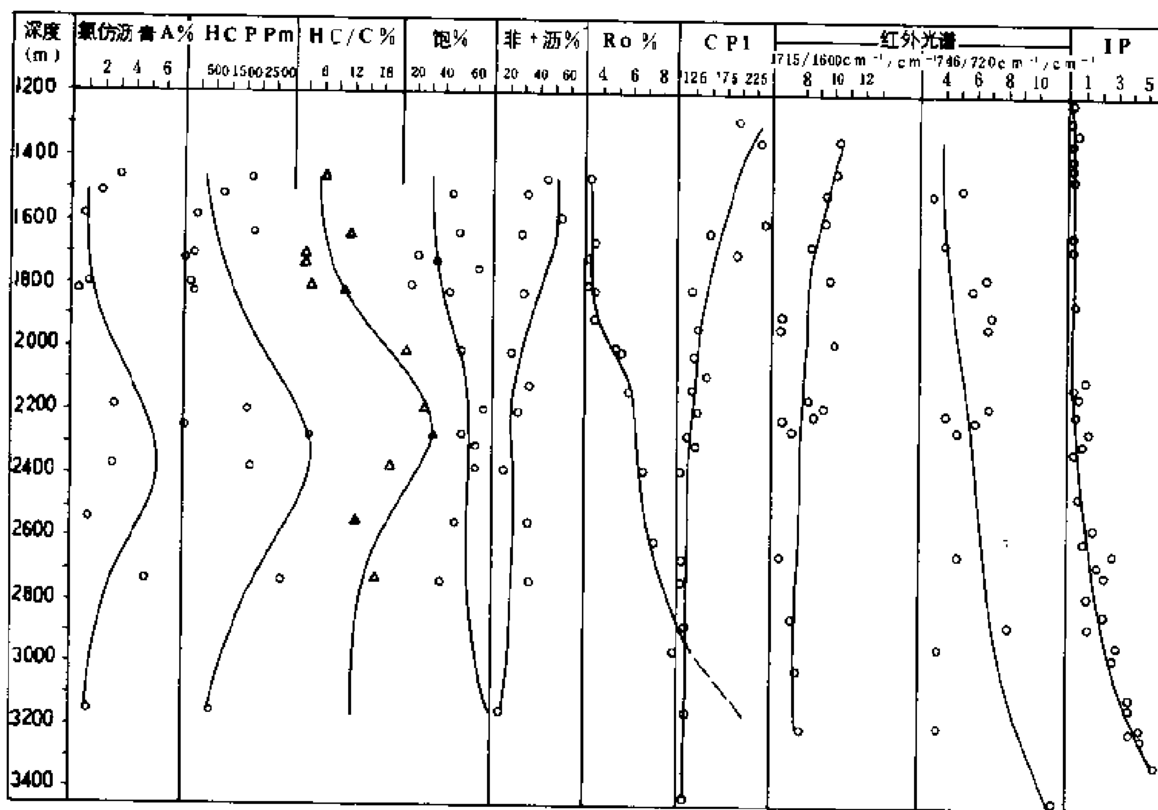
6. 生油岩热演化曲线特征

根据生油岩热演化曲线，泌阳凹陷成熟门限深度为 1950 米（相应古地温＞93℃）（图 4—34a），南阳凹陷成熟门限深度为 2000 米（相应古地温＞91℃）（图 4—34b）。以成熟门限深度为界线，各项地球化学指标变化明显，界线以上为低温、低压和生物化学作用为主要特征，干酪根的结构相对稳定，地球化学指标为：南阳烃转化率＜3%，泌阳＜5%；非烃含量普遍较高，一般都超过 35%，而烃含量则比较低，饱和烃大都只有 20%左右，总烃浓度一般小于 100ppm，正构烷烃保持着明显的奇偶优势 OEP（或 CPI）值普遍＞1.20，主峰碳为高碳数 C_{27} 或 C_{29}。甾、萜类化合物中甾烷类以 α 构型为主，萜烷类中以 β 构型为主，两者都同时以 R 构型对映体占优势，镜质体反射率（R_o）＜0.5%，岩石热解色谱的 T_{max}＜435℃；界线以下，干酪根成熟，向石油转化，各项指标明显变化，烃转化率有了较大幅度的提高，南阳凹陷由 3%上升到 8%左右，泌阳凹陷由 5%上升到 15%左右，总烃浓度增长尤为明显，由小于 100ppm 普遍提高到 500ppm 以上，正构烷烃的奇偶优势消失，OEP（或 CPI）值下降到小于 1.2，大部分为 1.10～1.04 之间，主峰碳由高碳数 C_{27} 前移到 C_{23} 或 C_{21}，类异戊间二烯烃有所减少，正构烷烃普遍增加，所以 Pr／n—C_{17} 和 Ph／n—C_{18} 之比值普遍下降，镜质体反射率 R_o 超过 0.5%，达到 0.8%左右，热解色谱的 T_{max} 高于 435℃，而达到 440℃以上。甾、萜类化合物中，甾烷和萜烷的 S 构型普遍增加，萜烷中 β 构型对映体减少而 α 构型对映体增加，甾烷中 α 构型对映体减少，而 β 构型对映体增加。

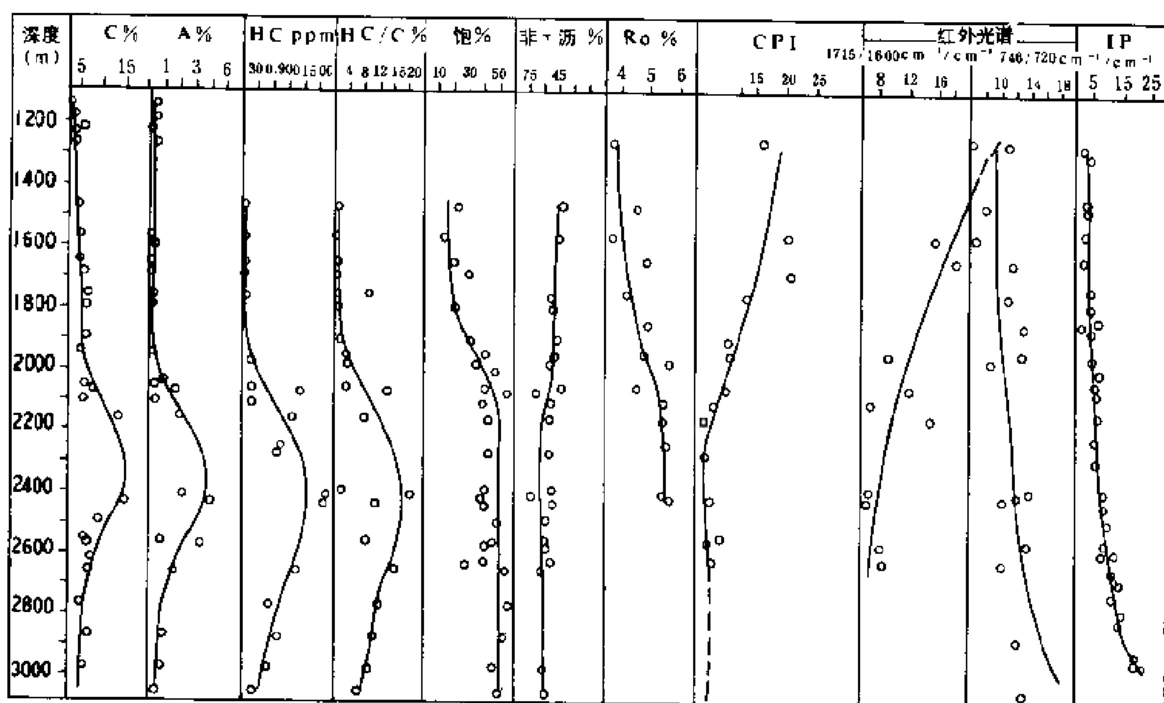
总的情况表明泌阳凹陷生油岩比南阳凹陷生油岩的成熟度较高，前者埋深 3152 米的 R_o 值为 1.35%，热解色谱的热解最高温度（T_{max}）值上升到 440℃左右，干酪根的孢粉颜色呈褐黄色为主，热变指数 2.9；后者埋深为 3045 米的 R_o 值才 0.99%，T_{max} 值为 438℃左右，干酪根的孢粉颜色为橙黄—棕褐色。

四、排烃条件及主要排烃时期

泌阳、南阳凹陷属内陆断陷沉积盆地，从深凹陷到盆地边缘不同的沉积相带，生、储组合类型不同，结合沉积环境的差异，通过泥岩压实情况研究、地下孔隙流体压力的计算及油



A 泌阳凹陷



B 南阳凹陷

图 4-34 生油演化曲线

气主要运移时期的初步研究，基本上有以下几点认识：

1. 深凹陷区岩性细，砂岩不发育，泥岩单层厚度较大，存在滞液带，排烃条件相应较差，一般为压实与欠压实之间的过渡带（又称混合带）

通过实测泥岩岩芯孔隙及相应声波时差值的研究，分别得出泌阳凹陷和南阳凹陷的两者之间回归方程式：

$\Phi=0.15277\Delta t-39.6742$（泌阳）

$\Phi=0.15774\Delta t-38.2185$（南阳）

利用以上公式可将声波时差值转换成孔隙度，编制泥岩孔隙度随深度变化曲线—压实曲线，曲线形态可分为二种类型（图 4–35），第一种类型具混合带即压实层与欠压实层互层状出现，如泌 80 井（泌阳）及张 9 井（南阳）；第二种类型为正常压实型，如东 7 井（南阳）及下 8 井（泌阳）。

第一种类型混合带井深一般 1700～1900 米，泌阳凹陷可延至到 2800～3100 米，厚度为 800～1000 米，孔隙度值偏离正常趋势较明显，可达 15～20%。这种类型的压实曲线在平面上主要分布于深凹陷区，泌阳凹陷分布于赵凹—皮冲一带，如泌 71、72、80、98 井；南阳凹陷分布于牛二门一带，如龙 10、张 19、龙 17 井，该区砂岩不发育含量小于 10%，如泌 71 井核三段砂岩只占 5.7%，泥岩的单层厚度大，一般大于 30～80 米，泥岩排烃条件差。根据生油门限深度以下的泥岩压实资料，泥岩成岩过程中向上、下邻层（砂岩渗透层）排液，排液总厚度为 28 米左右，最大不超过 30 米，大于 30 米厚度的泥岩层，中部出现欠压实带（滞烃带），滞烃带厚度基本上为：泥岩厚度减去 28 米。

第二种曲线类型分布于深凹陷外围，砂岩较发育，生、储油层配置较好，呈互层状，排烃条件好，压实曲线为正常压实趋势，泥岩厚度一般小于 30 米，基本上无滞烃带。

目前压实曲线资料及实际砂岩测压资料，表明泌阳和南阳凹陷不存在较典型的欠压实异常带。

根据上述情况，泌阳凹陷及南阳凹陷生油门限深度以下的压实曲线，可分成二种主要类型：正常压实曲线和具混合带压实曲线，但结合岩性组合特点，正常压实曲线分布区又可分成三种类型：①紧临深凹陷区（混合带曲线类型）的环状带，生油岩厚度大部分为 25～30 米，正好处于排烃最有利厚度，为正常压实厚度泥岩区，压实曲线上出现少量高孔隙点；②凹陷外围，生油岩厚度小于 25 米，砂岩较发育，砂岩厚度一般大于 20%，排烃条件好；③靠近三角洲平原相及扇三角洲根部，为粗相带。以泌阳凹陷核三上和南阳凹陷核二段为例，根据前述分类原则，压实曲线分布情况与相带分布情况相似，呈环状分布（图 4–36）、（图 4–37）。

2. 泌阳、南阳二个凹陷主要排烃期分别为核二段中期—廖庄期及核一段中期—廖庄期

根据泌阳、南阳二个凹陷的生油岩镜质体反射率 R_o，孢粉颜色、热演化曲线等研究结果，泌阳凹陷生油岩干酪根成熟门限深度 1650 米，初成熟段 1650～1900 米，1900 米以下为成熟段；南阳凹陷生油岩干酪根成熟门限深度 1800 米，初成熟段 1800～2000 米，2000 米以下为成熟段。

根据两个凹陷泥岩矿物蒙脱石—伊利石混合层出现的顶部深度，泥岩压实混合带出现的井段及转化曲线，主要排烃深度泌阳凹陷为 1900～2700 米（图 4–38），南阳凹陷为 2000～2800 米（图 4–39）。

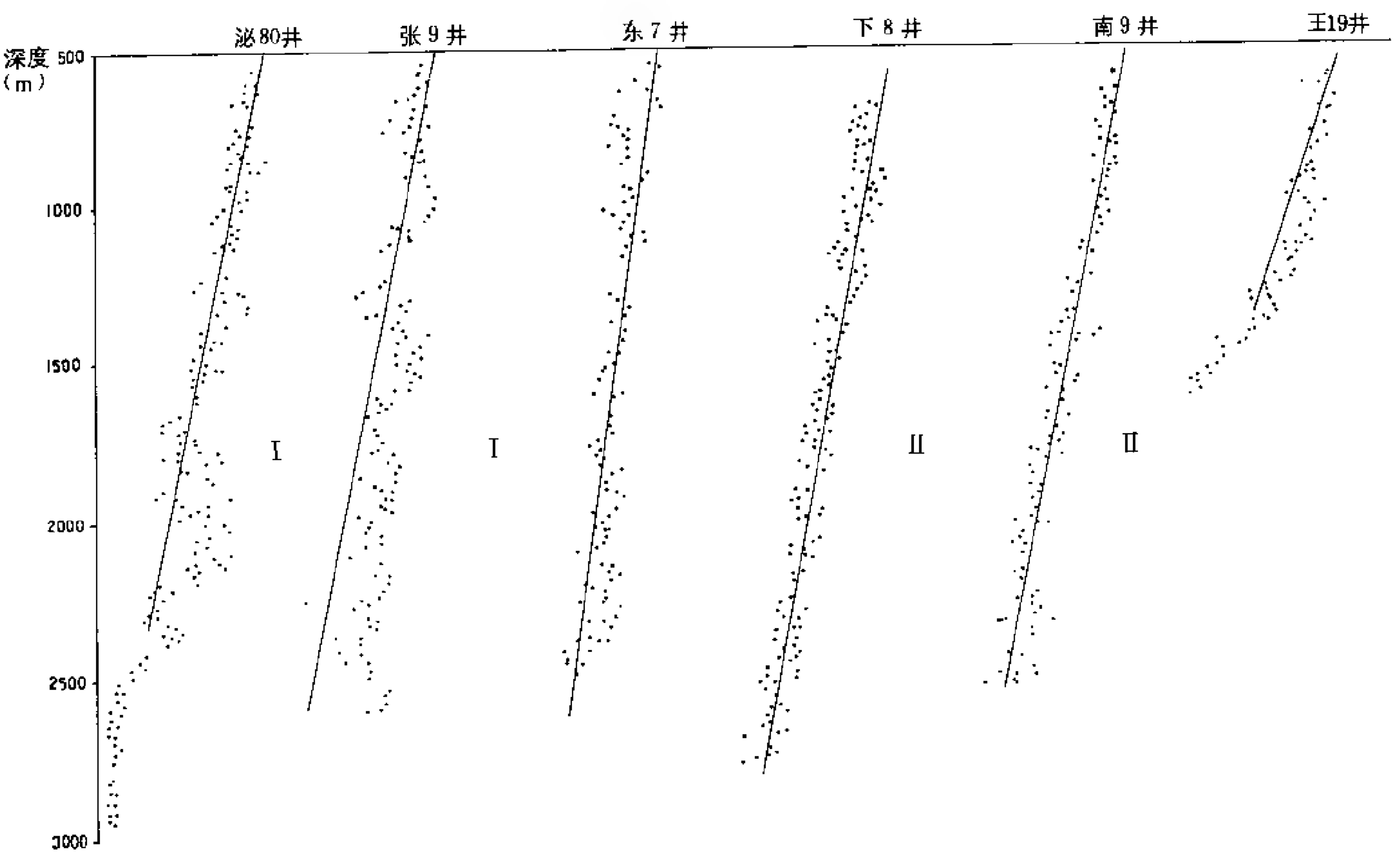


图4-35　泥岩压实两个类型曲线

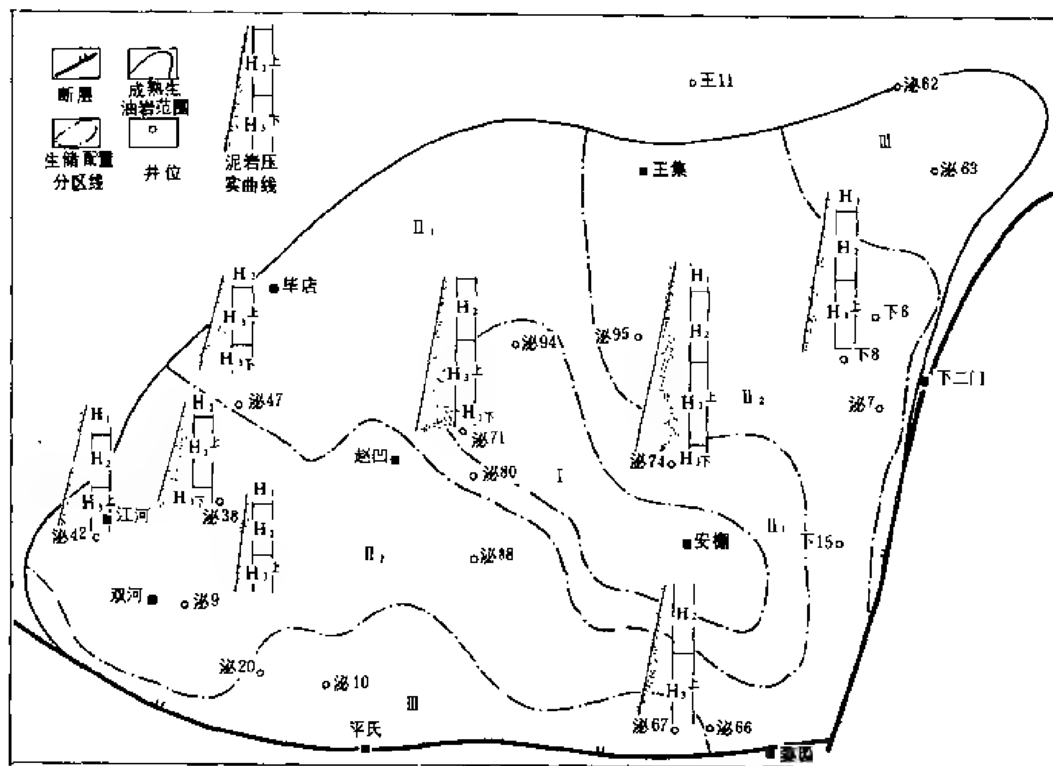


图 4-36　泌阳凹陷核三上段生、储配置与压实曲线类型关系图

Ⅰ—具混合带泥岩压实曲线分布区；$Ⅱ_1$—泥岩正常压实区（单层泥岩厚度＝25～30m）、$Ⅱ_2$—泥岩正常压实区（单层泥岩厚度＜25m）；Ⅲ—粗相带泥岩正常压实区

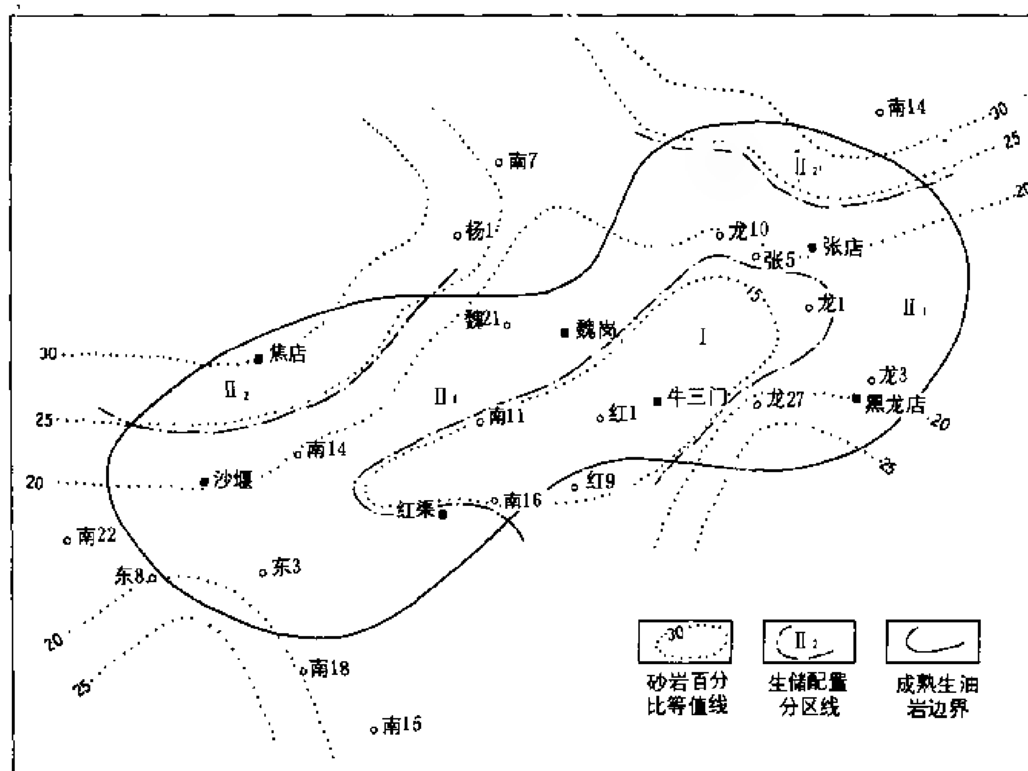


图 4-37　南阳凹陷核二段生、储油层配置分区图

Ⅰ—具混合带泥岩压实曲线分布区；$Ⅱ_1$—泥岩正常压实曲线区（泥岩厚度＝25～30m）；$Ⅱ_2$—泥岩正常压实曲线区（泥岩厚度＜25m）

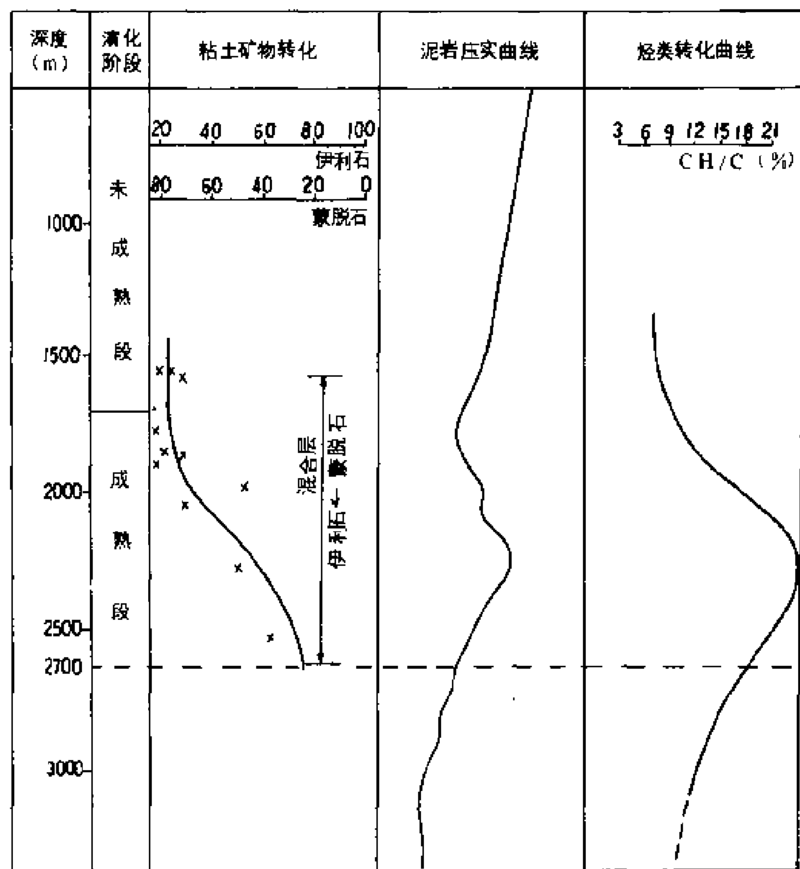


图 4-38 泌阳凹陷泥岩压实、粘土矿物转化、烃类转化曲线

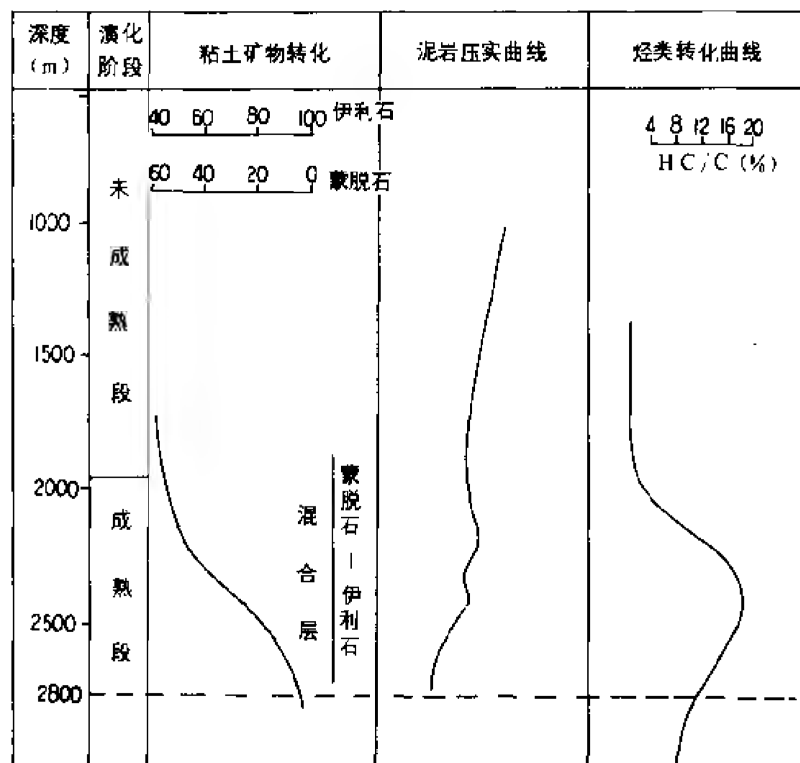


图 4-39 南阳凹陷泥岩压实、粘土矿物转化、烃类转化曲线

根据泌阳凹陷、南阳凹陷的生油恢复厚度（剥蚀厚度）埋深图，结合门限深度、成熟深度，主要排烃深度。泌阳凹陷油、气开始运移期为核三段沉积末期（图 4–40）、大量运移时期为核二段沉积中期～廖庄期；南阳凹陷油气开始运移期核二段沉积末期，大量运移期为核一段沉积中期～廖庄期（图 4–41），其油气初次运移时期比泌阳凹陷晚。

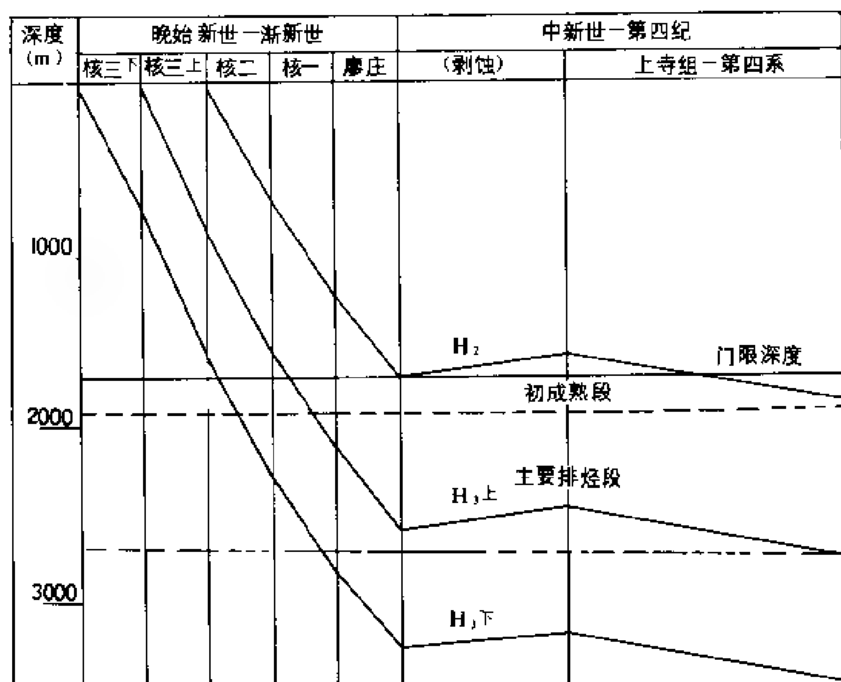


图 4–40 泌阳凹陷中部 H_3、H_2 段生油岩埋深图

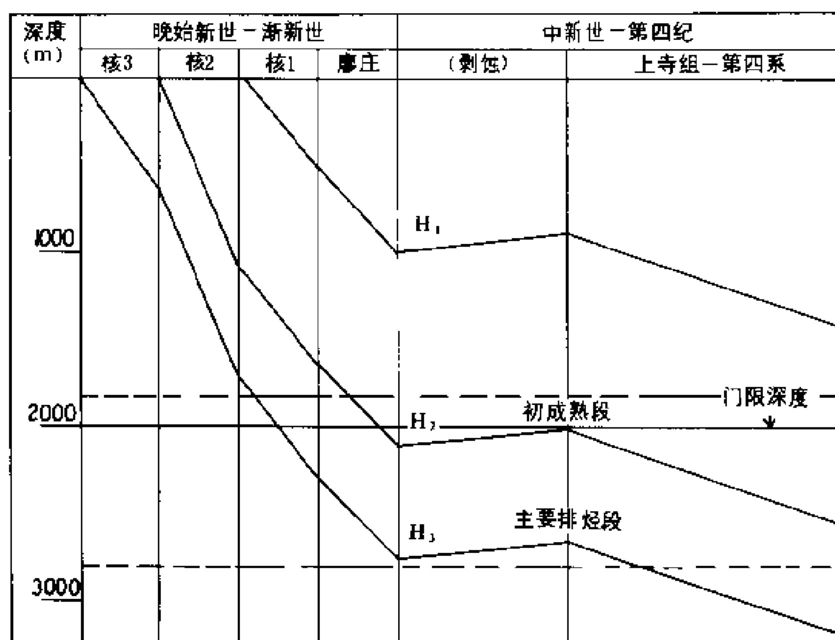


图 4–41 南阳凹陷中部 H_3、H_2 段生油岩埋深图

五、油源对比

1. 南阳凹陷生油岩与原油甾烷指纹类型的对应关系

南阳凹陷成熟生油岩的甾烷指纹可分为三种类型：①以张 7 井核三段上部成熟生油岩为代表的指纹，具两个突出的 C_{27} 甾烷主峰（7 号峰和 9 号峰），反映生油母质较好；②以张 5 井核三段中下部成熟岩为代表的指纹，C_{29} 甾烷 16 号峰特别强，生油母质比前者差；③以龙 19 井为代表的核二段成熟生油岩的指纹，C_{29} 异胆甾烷 15 号峰突出，重排甾烷含量低，成熟度较低。这三种成熟生油岩的指纹，分别可以与魏岗油田及北马庄断块红 7 井原油油样的指纹相对应（图 4-42）。

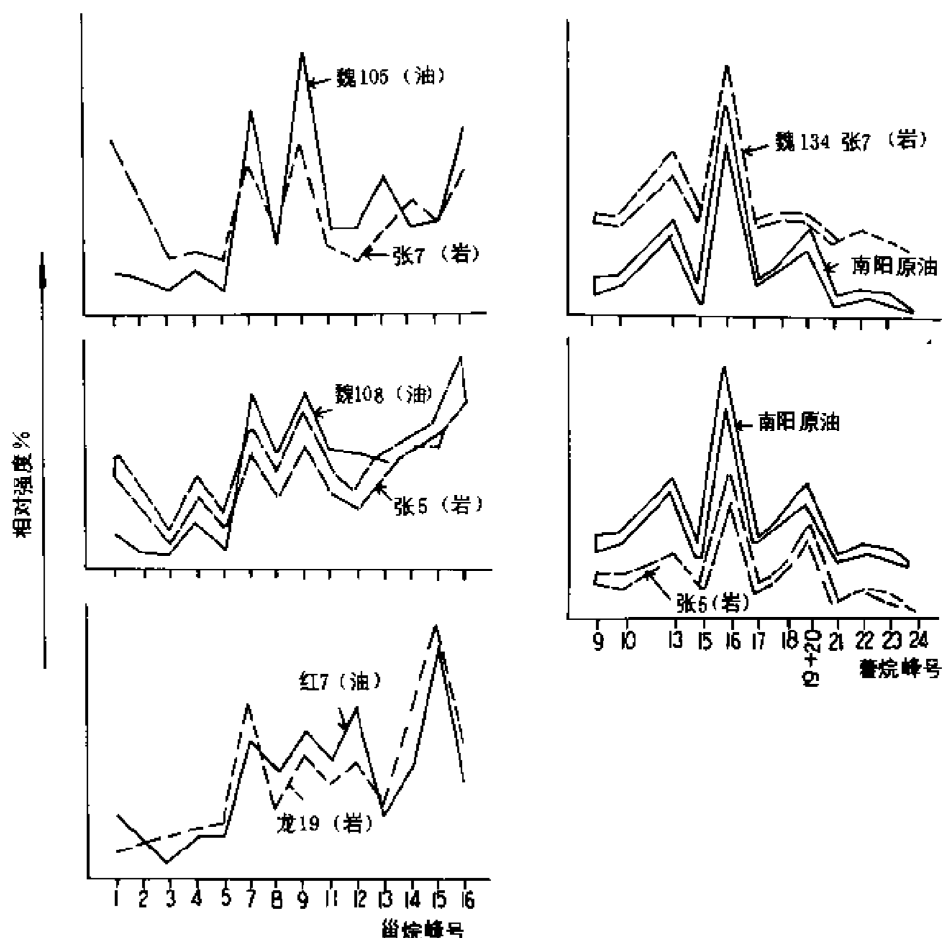


图 4-42 南阳凹陷原油和生油岩甾烷和萜烷的指纹对比图

2. 泌阳凹陷的原油、生油岩芳烃红外光谱对比

泌阳凹陷生油岩及原油的芳烃红外光谱参数对比，数值相近（表 4-18），反映出生油岩、原油的烃具类似的基团性质和结构，说明同层位的生油岩是原油的主要母质体。

另外，前面已描述过，南襄盆地生油岩及原油中甾、萜烷类根据三个组分（长链三环萜、伽马蜡烷及甾／藿比值），可分成三种类型：指标三低型为低成熟型，指标二低一高（甾／藿比值高）型为成熟型，指标三高型为高成熟型，岩、油甾萜质量色谱图可进行对比，具较好的对应关系（图 4-43），泌阳凹陷存在三个类型，南阳凹陷以前两种型为主。

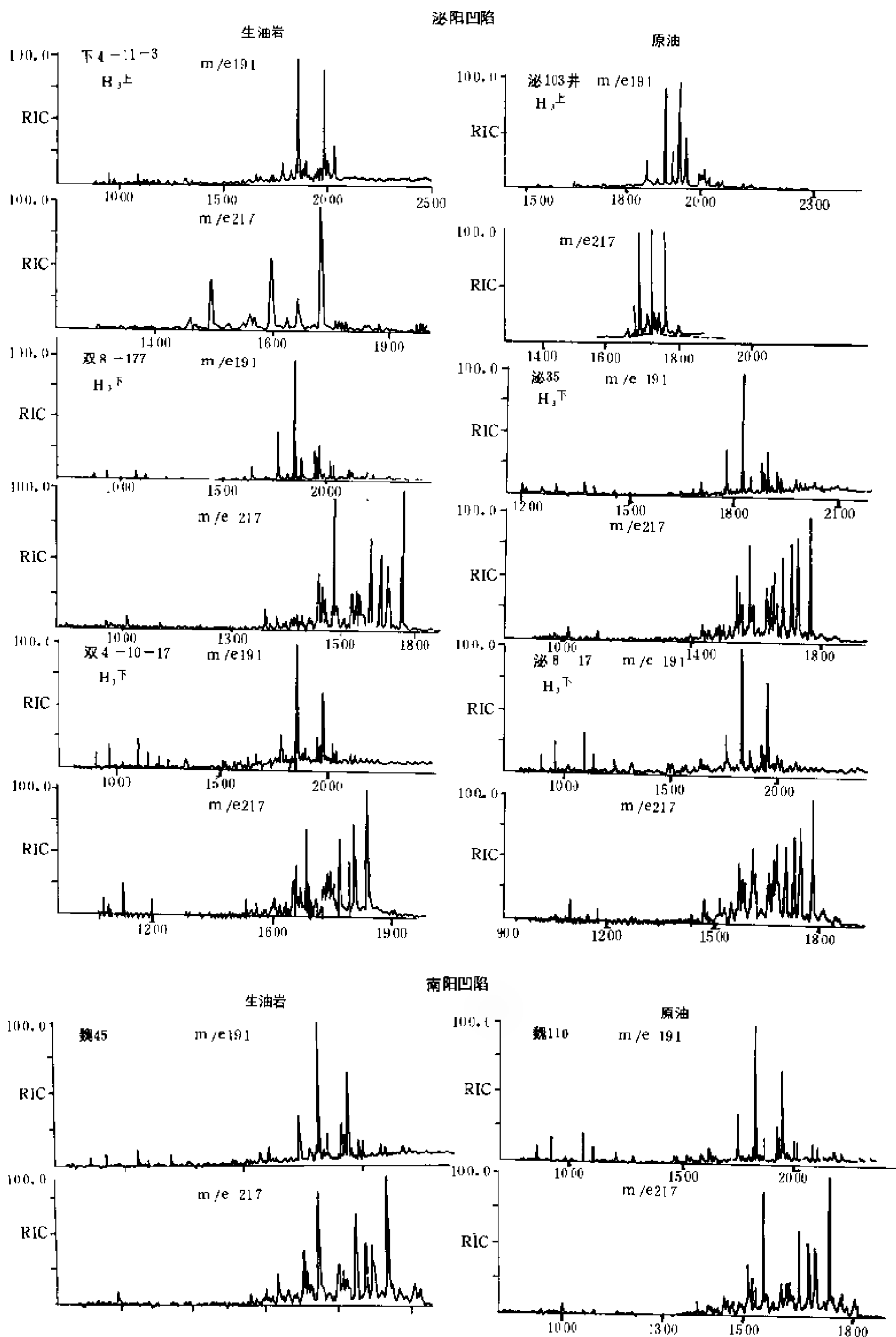


图 4-43 泌阳、南阳凹陷油源对比甾萜质量色谱图

表 4-18　泌阳凹陷油、岩、芳烃红外光谱参数对照表

井号	层位	原油／生油岩	红外光谱参数				
			$\frac{810}{740cm^{-1}}$	$\frac{1380}{740cm^{-1}}$	$\frac{1380}{1460cm^{-1}}$	$\frac{1600}{1460cm^{-1}}$	$\frac{1380}{1600cm^{-1}}$
双 5-232 井	核$_3$	油	1.03	3.09	0.51	0.19	2.76
	核$_3$	岩	1.32	2.29	0.58	0.21	2.79
泌 112 井	核$_3$	油	0.87	1.86	0.55	0.25	2.21
	核$_3$	岩	1.03	1.83	0.60	0.28	2.16
泌 35 井	核$_3$	油	0.85	1.85	0.52	0.21	2.43
双观 22 井	核$_2$	岩	0.91	1.67	0.60	0.25	2.46
下 4 112 井	核$_2$	油	0.90	2.12	0.61	0.25	2.49
下 4-10 井	核$_2$	岩	1.23	3.01	0.67	0.25	2.72
双 7-14 井	核$_3$	油	0.89	1.81	0.61	0.27	2.22
双 7-16 井	核$_3$	岩	0.99	1.58	0.63	0.25	2.41

第五节　油 气 运 移

对泌阳、南阳凹陷的油气运移特征，至目前为止只作了初步的研究，主要有以下三种内容：一是计算分析地层孔隙流体压力特征；二是用地球化学方法进行油源对比；三是结合凹陷沉积发展史的综合分析。

一、地下孔隙流体压力特征与运移关系

成熟生油岩孔隙中液体由于埋深增加，引起温度升高、粘土矿物伊利石化及干酪根热降解形成烃，这三种主要因素使生油岩中孔隙流体压力增高，与周围的储集层产生剩余孔隙流体压力差，这种压力差，在泌阳、南阳凹陷纵方向可分成几个带，同时平面上也组成相应的压降系统，不仅是油气纵向运移的一种动力，而且对油气横向运移主要方向起着控制作用。

地层在正常压实情况下，孔隙中的流体压力为静压力；欠压实情况下，孔隙中的流体压力大于静水压力，通式：$P=\gamma mZ_e+\gamma bw\ (Z-Z_1)$（真炳欣 1978 年），该式与声波时差的关系是：

$$P=\left[\gamma Z-\left(\frac{\gamma bw-\gamma m.}{C}\right)\ln(\Delta t_0/\Delta t)\right]\times 9.8\times 10^4$$

式中　P——孔隙流体压力；Pa；

Z——地层埋藏深度；m；

γbw——上复沉积岩的平均密度；kg/m^3；

γm——地层水的密度；kg/m^3；

Δt_0——地表声波时差值；$\mu s/m$；

Δt——所求深度的声波时差值；$\mu s/m$。

南阳、泌阳凹陷地下水压力梯度取10kPa／m；地层密度选用泌阳凹陷泌104井，连续密度测量数据，回归得方程式：

$$\gamma bw=(0.198334+0.000206Z)\times 10^4 kg/m^3$$

应用上述公式泌阳凹陷取97口井，南阳凹陷取110口井的声波时差值，并计算出地层孔隙流体压力及随深度的变化情况，并作出剖面图及平面图，其结果表明孔隙流体压力变化有以下二个主要特征：

①凹陷深处孔隙流体压力异常在垂直剖面可划分几个排烃带；

②孔隙流体压力差系统的压降方向，大体与油气运移方向一致。

以凹陷深部位的泌71井（泌阳凹陷）和张9井（南阳凹陷）的流体压力剖面图（图4-44)、(图4-45)，孔隙流体压力随深度的增加而增加，当进入地层欠压实混合带，流体

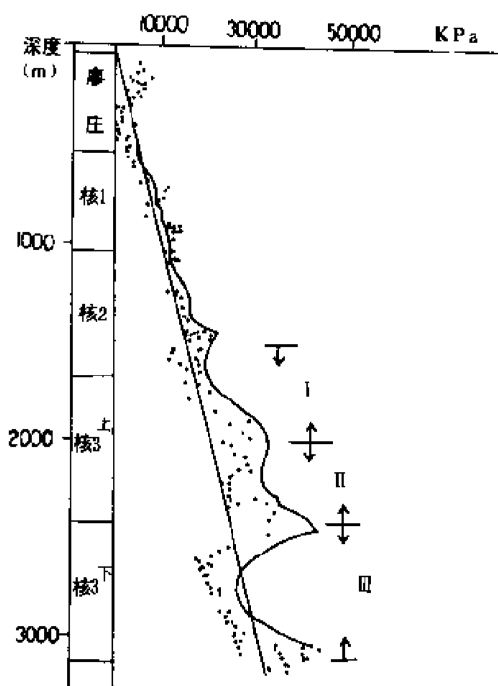


图4-44　泌71井孔隙流体压力及排液组合划分图

Ⅰ—第一排液组合；Ⅱ—第二排液组合；

Ⅲ—第三排液组合

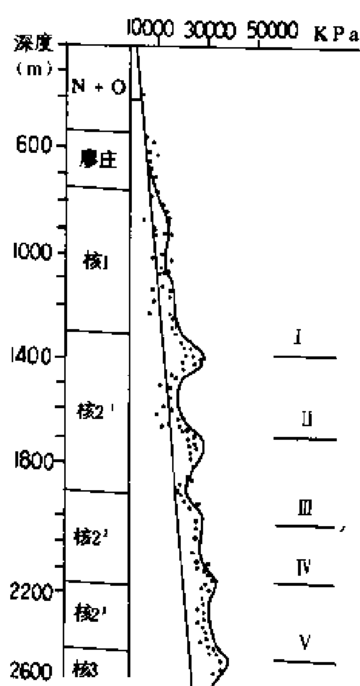


图4-45　张9井孔隙流体压力及排液组合划分图

Ⅰ—第一排液组合；Ⅱ—第二排液组合；Ⅲ—第三排液组合；Ⅳ—第四排液组合；Ⅴ—第五排液组合

压力较明显偏离了静水压力梯度线（与压实孔隙曲线相似)，呈现出旋回性的增长和下降，剖面上出现几个流体压力高值带与低值带相间。排液带的划分方法，以两个相邻高值带顶点及其之间的低值带（一段地层）称为一个排液组合。一个排液组合可分成两部分，以排液带中间孔隙流体压力低值带中部分开，上部为向下排液带，下部为向上排液带。排烃组合与岩性组合相应关系明显，孔隙流体压力高值点，往往是泥岩层系的中点（泥岩厚度一般大于

25～30 米），最低值点砂岩层系的中点，因此，孔隙流体压力曲线由高值到低值的倾斜方向就是其排液方向，即一个排液组合由向下及向上排液带所组成，划分结果见上图。泌阳凹陷以泌 71 井为例，可划分三个排液组合；南阳凹陷以张 9 井为例，可划分五个排液组合，各排液组合出现的井段和相应的剩余流体压力值（表 4-19）。

表 4-19　泌阳、南阳两个凹陷排液组合划分情况表

凹陷	排液组合序号	井段（m）	孔隙流体剩余压力值（kPa）	备注
泌阳（泌 71 井）	Ⅰ	1500～1900	4900～9800	
	Ⅱ	1900～2400	5000～18620	发现原油储量最大的层系（核二^{3}～核三上）
	Ⅲ	2400～3000	9800～18620	勘探程度相对较低
南阳（张 9 井）	Ⅰ	1400～1900	4900～7840	
	Ⅱ	1900～2000	1960～4900	
	Ⅲ	2000～2200	9800～12740	核二^{2}～核三^{1}段发现原油储量大
	Ⅳ	2200～2600	9800～15680	
	Ⅴ			未钻穿

以上的排液组合是属两个深凹陷部位的剖面类型，泥岩厚度较大（大于 25～30 米），其中部存在欠压实状态，排液组合于孔隙流体压力曲线上显示明显，这种组合类型是随着沉积环境变化而改变，向凹陷边缘随着泥岩的减少，砂岩的增多，泥岩厚度变薄，排液较完善，因此，反映泥岩欠压实的压力高值点减少，排液组合单元减少，靠近凹陷边缘成为正常压实曲线类型，剩余压力则减少。泌阳凹陷从泌 29—下 5 井近东西向剩余压力剖面图（图 4-46），可看出沉积中心泌 74 井由三个排液系统组成，到凹陷边缘变成两个，而且剩余压

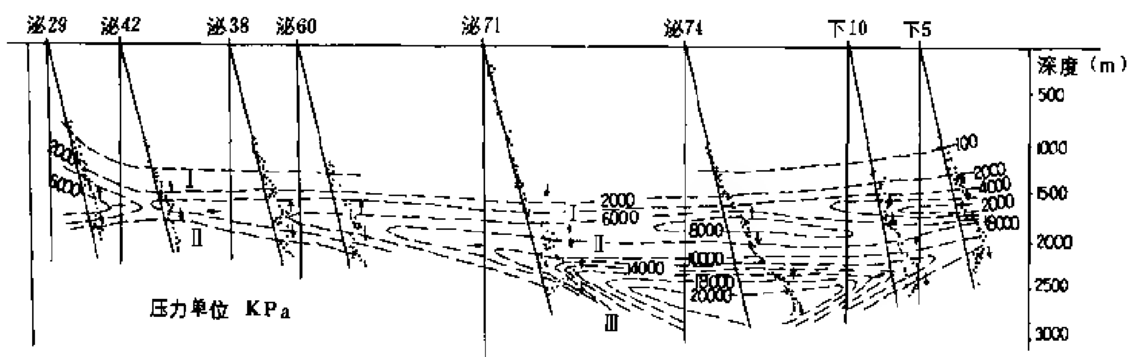


图 4-46　泌 29—下 5 井剩余流体压力剖面图

力相对减小。另外，由于泌阳凹陷断层相对比较少，剩余流体压力值较有规律的变化，由深

部到浅部，由凹陷深部位到边缘，压力值由大变小，组成较完整的孔隙剩余流体压差系统。以核三上段平面剩余压力等值线图为例（图4–47），本图清楚地表明同层位的孔隙剩余压力从凹陷中心到边缘逐渐减小，因此除重力分异作用外，孔隙流体剩余压力差也是油气横向运移的一种主要因素，凹陷边缘剩余压力低值区是油气运移主要方向。

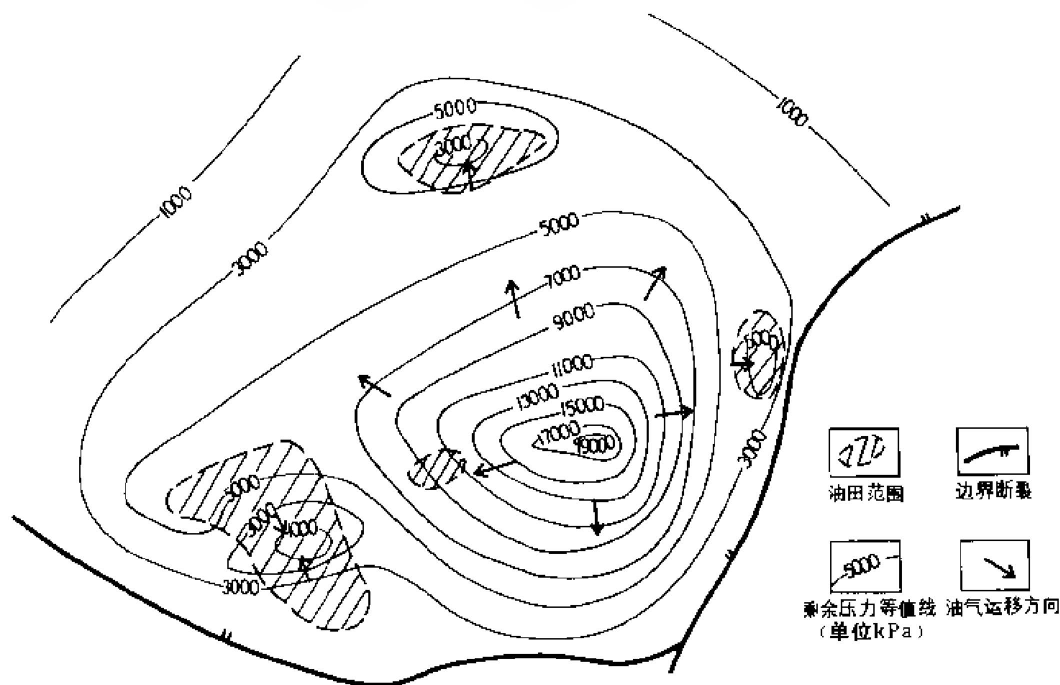


图4–47　泌阳凹陷核三上段底部剩余流体压力等值线图

南阳凹陷断层发育，情况较复杂，如红7—魏25井泥岩孔隙流体压力的南北向剖面（图4–48），流体剩余压力值变化趋势与泌阳凹陷相似，但各断块之间变化突然，如红11断块比南2井断块的最大剩余孔隙流体压力大（深度相等条件下）。断层附近的井，垂直方向的流体压力值受断层的影响，如红7井和红11井浅部与深部最大剩余孔隙流体压力基本相等，可能是断层运动主要时期与油运移时期相吻合造成的结果。尽管在断层切割情况下，但总压降趋势明显，指向魏25井（魏岗斜坡带），另外，被分割的断块本身也具局部聚积条件，如红7井含油断块。

二、泌阳凹陷的油气运移与生物标记化合物的关系

1985年以生物标记化合物为主要依据，对泌阳凹陷的石油运移进行了研究，提出了石油运移的三种类型。

1. 判断运移的依据

（1）生物标记化合物的运移指数（BMII）　石油在岩石中运移，矿物颗粒会对其产生吸附和解吸作用，使石油的成分分布发生变化，这尤如色层分析中的色层柱起的作用一样，因而称为地质色层作用。在岩性较均一的条件下，运移距离越长，原油成分受地质色层作用的影响就越大。如果运移途经的岩性不均一，则引起原油成分分布改变的更重要的因素是岩石提供的运移通道大小。

由于地质色层作用所引起的石油成分的变化，往往与成熟度增加所造成的成分变化相同。为了克服后者的影响，我们采用甾烷成分分布来研究原油相对运移程度。在原油和生油

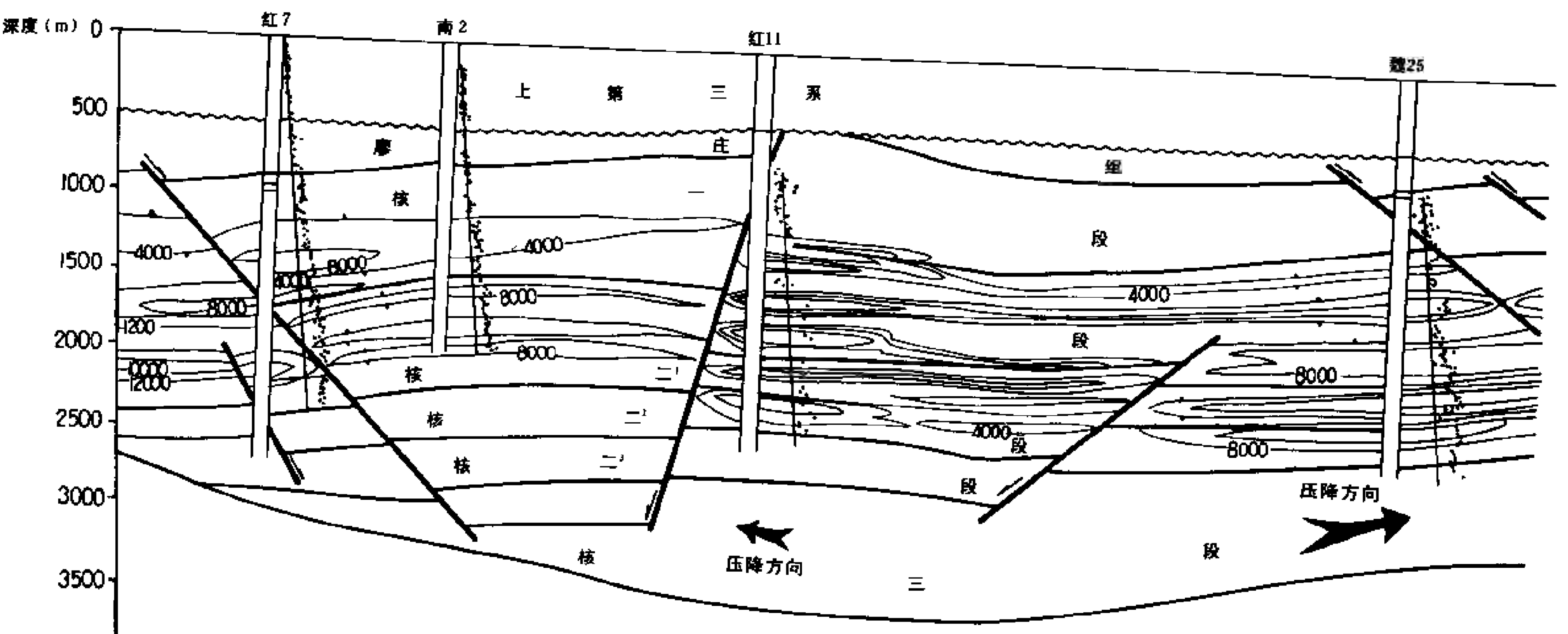


图4 48　南阳凹陷南北向泥岩孔隙流体压力（kPa）剖面图

岩抽提物的甾烷分子中，C_{29}、5α、14α、17α、20S／5α、14α、17α、20R 比值是不受地质色层作用影响，而只与其成熟度有关，为成熟参数。[C_{29}、5α、14β、17β、20R+20S]／[C_{29}、5α、14α、17α、20R]的比值，称运移参数。如果用前者作为 Y 轴，后者作为 X 轴，组成一直角坐标，反映生油岩抽提物和原油的成熟—运移特征，称为成熟—运移图（图 4–49）。未经运移的生油岩抽提物及运移距离极短的原油中的烃类，它们的点子在图中基本上沿坐标的对角线方向展布；而经过运移的烃类，则基本上分布在对角线的右下方。对于经过运移的原油样品，从样品所在点作 X 轴平行线与对角线相交，相交点至原点的距离，以 X 轴坐标作尺度衡量、表示此样品的运移程度，称为生物标记化合物的运移指数 BMII。BMII 越大，相对运移的程度越高。如双 8–24 井、泌 79 井及双 447 井。

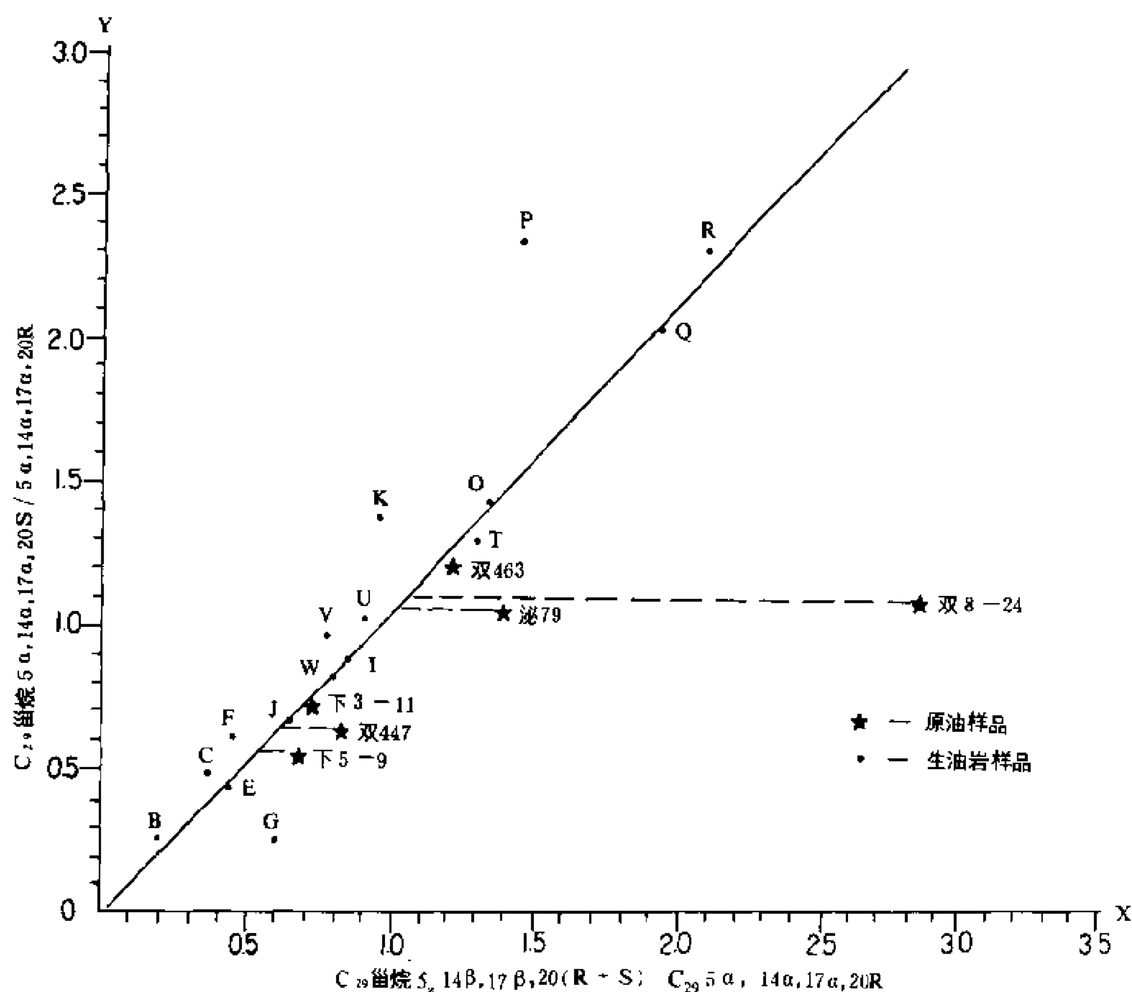


图 4–49 泌阳凹陷核二、三段原油及生油岩的成熟—运移图

（2）油源对比确定运移程度　经过运移而聚集成油藏的石油与其生油母岩内的石油有较好的相关性，因此利用油源对比，把原油的源岩的位置作为石油运移的始点，工业油藏的场所作为石油运移的终点（一个地质时期），是研究石油运移的重要手段。

生油岩抽提物和原油中生物标记化合物具有丰富的成油有机质的原始信息，而且它们在石油形成和聚集的过程中相对稳定。因而采用甾烷成分分布（m／e217 质量色谱图）和萜烷的成分分布特征（m／e191 质量色谱图）作为油源对比的主要依据。同时也可结合其他

资料，如沉积岩相、生油岩储集层的特征及分布、断层和局部构造以及凹陷的发展史等。

2. 泌阳凹陷石油运移的三种类型（图 4—49）。

（1）浅层原油以垂直向上运移为主 属于这种运移类型的有下 3—11、下 5—9、双 463、双 447 等井的原油样品。这些原油大部分产于核二段和核三上段顶部，深度为 900～1700 米。

这些原油在油源对比上，往往与其邻近的生油岩对比关系不好，而与较深的生油岩有很好的对比关系。例如，下二门油田下 3—11 原油样品（997.8～1273.8 米，核二段），与其近邻的核二段 987.88～996.88 米生油岩，在萜烷和甾烷成分分布上相差悬殊，在 m／e191 质量色谱图上（萜烷），前者具有三环萜烷（2、3、4、5、6、7、8、9、10 号峰）和较高的 C_{29} 降藿烷（16 号峰），而后者没有这些成分，但后者具有多种的非藿类的五环萜烷及 β 藿烷。在 m／e217 质量色谱图上，二者成分分布也有较大差别。但下 3—11 原油与 2120.37～2121.49 米生油岩样品对比很好（图 4—50），属成熟原油，而相邻的生油岩不成熟，证明原油是由深层运移上来的，垂向运移的距离约 850～1140 米。石油沿断裂垂向运移的距离决定于断层断开层位的高度和断层活动时期。泌阳、南阳凹陷的断层一般最高断至廖庄组顶部，未断开上第三系。由于核二段有较厚而稳定的泥质岩盖层，目前两凹陷核一段和廖庄组很少发现油藏，油气显示也极为罕见。

这些原油所受的地质色层作用不强，BMII 图上值为 0～0.2，就下二门油田而言，它是个断裂背斜油藏，断层是主要运移通道。双 463 井、双 447 井靠近水下冲积扇砂体的根部，砾岩、粗砂岩十分发育，砂岩厚度较大，油层具有统一的油水界面，原油除沿断层运移外，砂层本身也是运移的通道，总之因运移途径较宽敞，故 BMII 也小。

（2）中深层的原油以短距离侧向运移为主 如赵凹油田泌 79 井的原油。油层深度为 2000～2200 米，这种原油与其邻近的生油岩对比关系好，而与较远或较深的生油岩对比关系差。例如埋深为 2192～2199.4 米的泌 79 井原油样品与相近 2162.15～2163.65 米的生油岩样品对比关系很好（图 4—51）。

这种原油的 BMII 为 0.4～0.7，也较小。赵凹油田为岩性油藏，原油的储集层为水下扇的扇中和扇中到扇端之间的砂岩，周围为良好的生油层，油源丰富，就近聚集，石油运移距离短，所以 BMII 小。

（3）埋藏较深的石油以较长距离侧向运移为主 石油埋深 2100～2300 米或更深，在油源对比上的特点是与其埋深相近或更深的生油岩对比关系较好。从（图 4—52），埋深 2242～2244 米的双 8—24 井原油，在萜烷成分分布上（m／e191 质量色谱）与埋深 2798～2808 米及 2265.48～2262.82 米的生油岩比较，与后者更相似。C_{29}／C_{30} 藿烷及伽马／C_{30} 藿烷的比值也是与后者更为接近（表 4—20），但在甾烷成分分布上（m／e217 质量色谱）正好相反，总的特征双 8—24 原油与 2798～2808 米的生油岩相似性好，从甾烷参数的有关比值二者也相当接近（表 4—20）。这种现象说明双 8—24 井原油的油源既是邻近的成熟生油岩，又是较深的生油岩。这种原油受地质色层作用的影响很大，BMII 为 1.75，说明它含有在较细粒岩中作过较长距离的运移烃类。这种原油所在的储集岩位于水下冲积扇的扇端或扇端的外延部分，位于岩性上倾尖灭的端部，储集层的成层性好，延伸距离长，其下倾方向靠近生油中心，因此造成石油沿倾斜砂岩做较长距离的侧向运移。同时储油层与成熟生油层本来就是间互关系，也必然有邻近生油岩生的油短距离运移于其中。

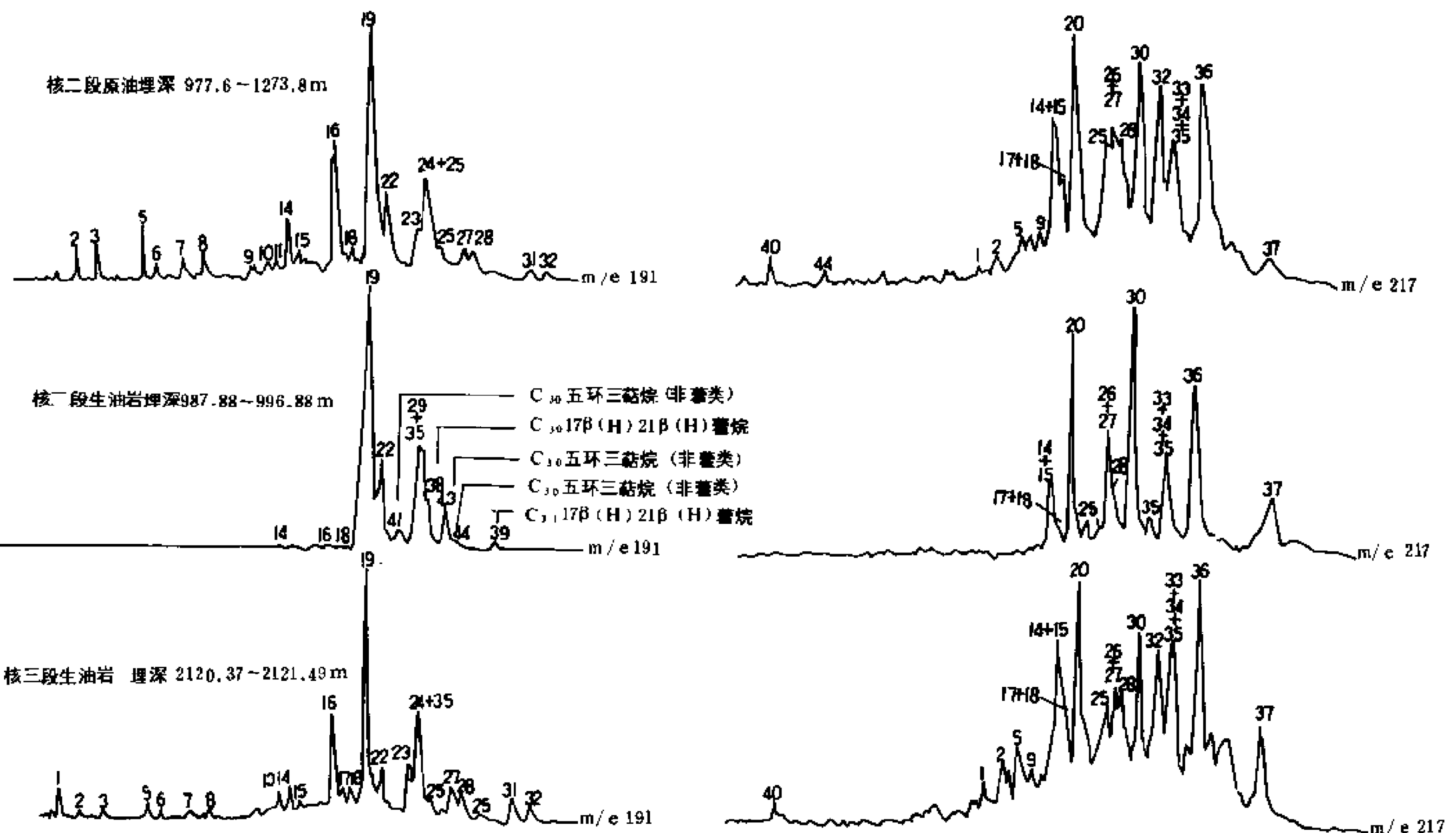


图4-50 下3-11原油与生油岩抽提物萜、甾烷成分对比图

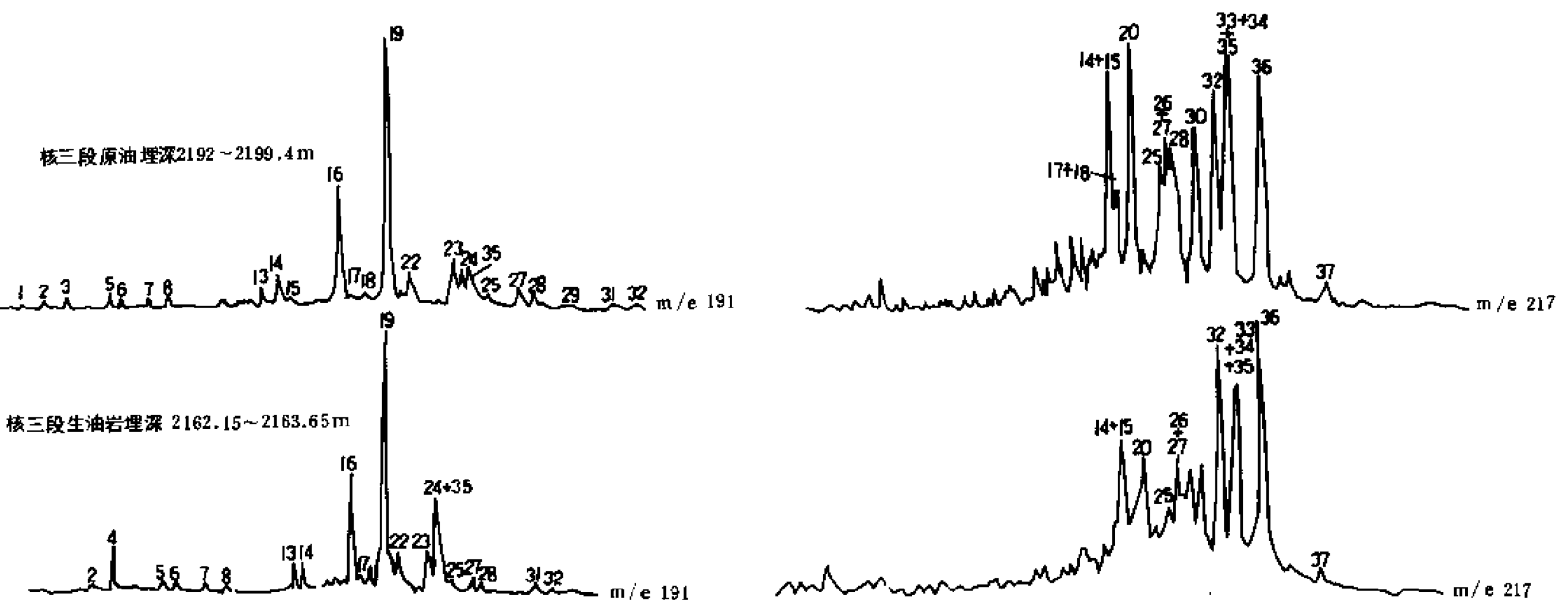


图 4-51　泌 79 井原油与生油岩抽提物萜、甾烷成分对比图

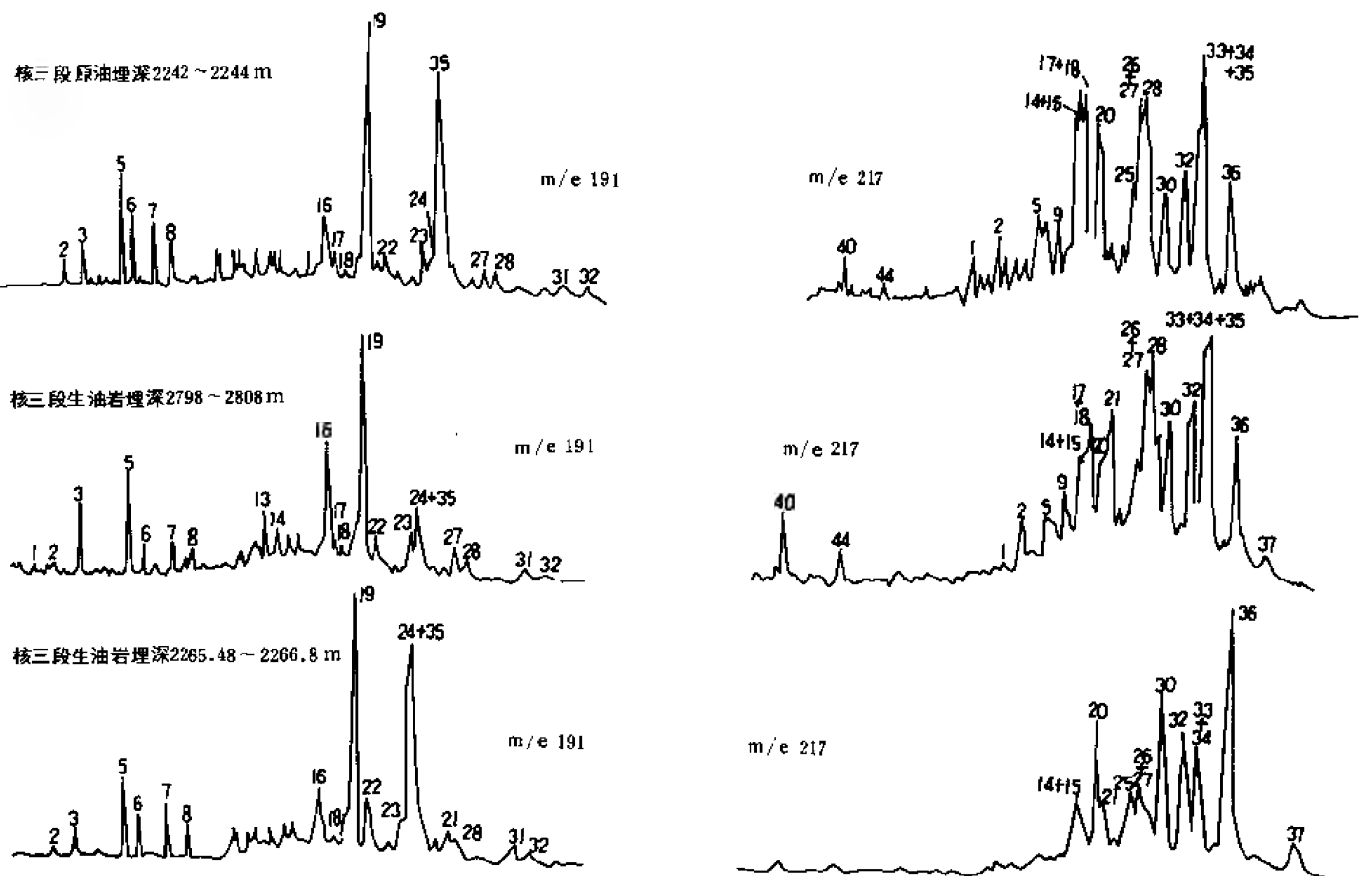


图 4 52 双 8 24 井原油与生油岩抽提物萜、甾烷成分对比图

表 4–20　双 8–24 井原油与生油岩抽提物萜、甾烷成分

参数 \ 样品		双 8–24 原油	2265.48～2266.82m 核三段生油岩	2798～2808m 核三段生油岩
萜烷参数	C_{29}/C_{30} 藿烷	0.245	0.204	0.53
	伽马烷 / C_{30} 藿烷	1.52	1.92	0.14
甾烷参数	$C_{29}\frac{5\beta.14\beta.20R+S}{5\alpha.14\alpha20R}$	2.84	0.62	2.32
	$C_{29}\frac{5\alpha.14\alpha20S}{5\alpha.14\alpha20R}$	1.08	0.62	1.05
	$C_{28}5\alpha.14\alpha\cdot20R$ $C_{29}5\alpha.14\alpha\cdot20R$	0.70	0.60	0.59

三、南阳凹陷油气运移的主要方向

油气经纵向运移进入储集层后，横向运移也就开始了，并由高压区向低压区运移。而一般情况下，不同地区的流体压力是由古构造控制的，油气沿一定的途径由低处向高处运移。

从南阳凹陷核一段沉积末期和廖庄组沉积末期的核三段顶面构造上编制的油气运移方向图（图 4–53），油气运移的方向主要指向凹陷北部。核一段沉积末，牛三门深凹陷有油气生

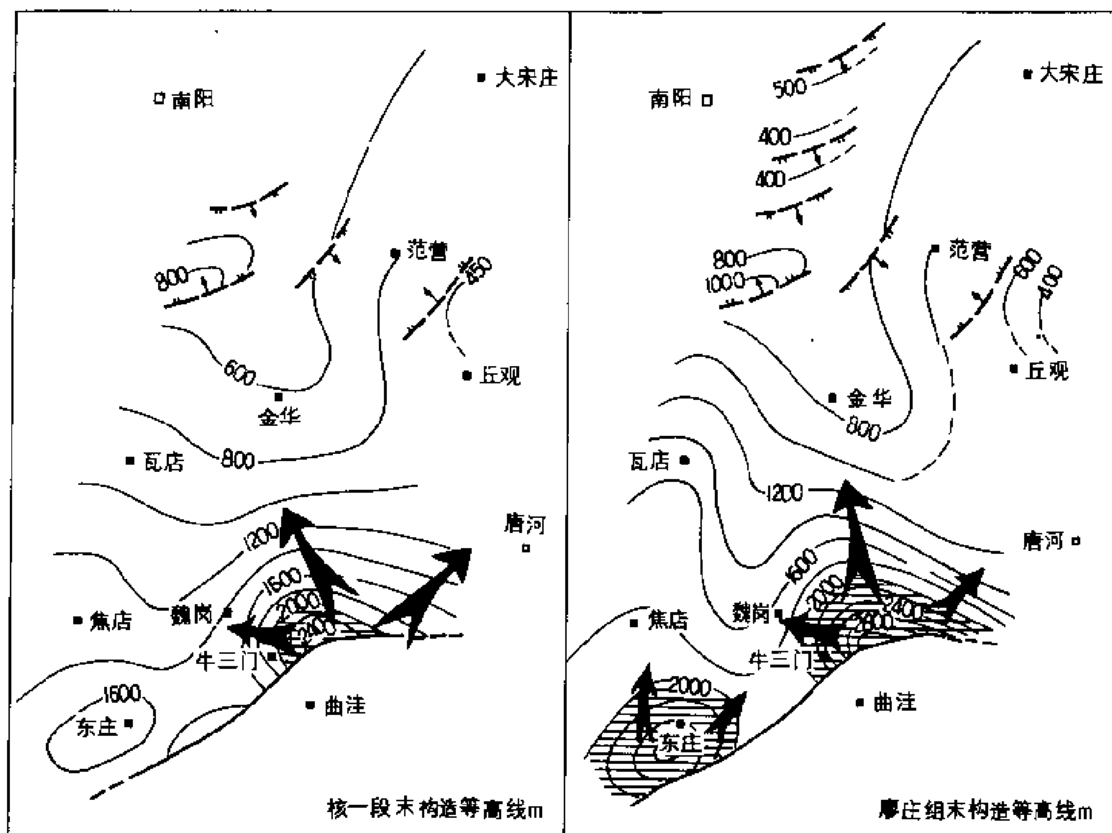


图 4–53　南阳凹陷油气运移方向图

成，并向魏岗、金华、张店等鼻状构造的方向运移。廖庄组末，生油岩成熟的体积更大，运移的油气更多，东庄次凹也开始了油气运移。由于古构造继承性强，油气运移主要指向与前者基本一致，因此，魏岗、张店断鼻构造及东庄断裂背斜等有利构造都发现了油藏。

第六节 油 气 藏●

一、分类原则

多年来，各国石油地质学家作了大量油气藏分类的研究工作，提出了很多关于油气藏分类方案。其中比较著名的有苏联石油地质学家N.O.布罗德以油藏形态为依据的分类方案；另一位苏联石油地质学家M.Φ.米尔钦科提出的以圈闭成因为主、以油气藏形态为辅的分类方案；美国石油地质学家A.I.莱复生根据圈闭成因提出的分类方案；以及其他石油地质学家根据圈闭形态、遮挡类型、储集层类型、储量及产量的大小、油气水性质等因素所提出的油气分类方案。近来我国多数石油地质学家比较强调圈闭的成因因素，根据圈闭成因来划分油气藏类型，便于分析油藏形成条件和认识油气藏分布规律，更好地指导勘探实践。

本文采用圈闭成因为主要依据对油藏进行分类的方法，在划分类别时，遵循以下两条最基本的原则：

①分类的科学性。充分反映圈闭的成因，反映油气藏形成的基本条件，反映不同类型油气藏之间成因条件的差异；

②分类的实用性。考虑简便实用，尽量避免繁琐。事实上很少有受单一因素控制的油气藏，但是其中必然有一种因素是主导作用的，所以分类中尽量避免使用混合型油气藏，以主要成因作为主要依据。

二、油藏类型划分

南阳、泌阳凹陷核桃园组的沉积环境及构造发育史研究表明，凹陷内于核桃园组沉积时期构造运动并不强烈，较少见到大的断裂，多数为断距100米左右的断层，属晚第三纪末期新构造运动形成的，因此，纵向层间油气运移条件较差。由于凹陷面积小，物源多，砂岩比较发育，横向上砂岩连通性较好，这就决定了凹陷内部沿砂岩层横向油气运移条件较好，油气藏以原生油气藏为主。

早晚第三纪之间构造运动而产生的断裂通道作用，使部分原生油气藏遭受破坏，油气沿断裂而垂向运移至浅层的圈闭中，形成少量浅层次生油藏，仅在泌阳凹陷下二门、双河油田等核二段见这类油藏，其规模和储量均很小。

两个凹陷的大多数油层层位为核二—核三段上部，储集层类型绝大部分为砂、砾岩，仅泌阳凹陷深处（安棚一带）白云岩区发现小范围白云裂缝油层外，未发现其它类型储集层的油藏，也未发现古潜山式油藏，因此油藏类型相对较简单，根据圈闭的成因，可分成三大类（构造油藏、岩性油藏、地层油层），进一步划分成六个亚类（背斜油藏、断块油藏、上倾尖灭油藏、透镜体油藏、缝洞油藏（白云岩）、地层不整合油藏）（图4−54），其中以岩性油藏为主，砂岩上倾尖灭油藏储量占总储量的59.6%；其次为构造油藏，储量占总储量21.0%（背斜油藏占13.4%，断块油藏占7.6%）；稠油（包括：长桥背斜、前杜楼及井楼岩性、地层不整合油藏）占19.4%，另外，泌101井砂岩透镜体及泌103井白云岩缝洞油藏面积有

●参阅河南油田油气藏类型及油气富聚研究报告。

类型	亚类	分类图示
构造油藏	背斜油藏	下二门 下12
	断鼻油藏	魏岗 1400 魏14 1600 南6 魏10
	断块油藏	王集 王3 700 800 800 900 王6
岩性油藏	上倾尖灭油藏	双河 泌27 泌28
	透镜体油藏	安棚 泌101
	缝洞油藏（白云岩）	安棚 泌103
地层油藏	地层不整合油藏	井楼 楼11 楼11 5
	不整合与岩性圈闭油藏	井楼 楼浅3 楼6
	不整合与断层圈闭油藏	井楼 楼浅1 楼6

图 4 54　南襄盆地下第三系油藏类型划分图

限，尚未计算储量。

三、油藏形成条件

1. 多物源、多种类型砂岩体，是多种类型油藏形成的主要条件

由于两个凹陷的有利生油区面积不大，周围的物源丰富，各构造带发育不同类型砂岩体。南部大断层附近形成了沿断层分布的一系列冲积扇。南阳凹陷南部物源区以片岩为主，因此形成的砂岩储集层物性差。泌阳凹陷南部物源以花岗岩或花岗片麻岩为主，所以南部大断层陡带附近所形成的冲积扇储油物性好，属主要储集层类型。从西到东冲积扇三角洲发育，主要有长桥、双河、栗园、杨桥及下二门等砂岩体，这些冲积扇向凹陷内延伸与生油层呈互层状，扇端砂岩体形成朵状或花边状的尖灭线，为岩性油藏形成提供了良好封闭的边界。两个凹陷的北部斜坡带三角洲砂岩体均较发育，延伸面积较大，如南阳凹陷的金华—张店及沙堰三角洲面积为130～200平方千米，泌阳凹陷古城与侯庄三角洲面积40～170平方千米，这些前缘三角洲砂体是北坡断层油藏和地层油藏的主要储集层。边缘四周砂岩体向凹陷深部延伸的前缘部分，成为透镜状砂岩体主要分布区。

2. 控制凹陷发育的南部大断裂长期的相对运动是形成各种油藏圈闭主要的机理

(1) 北抬南掉的箕状凹陷，使得先期下倾尖灭的南部大断层下降盘的扇三角洲砂岩体后期抬升，造成扇中—扇端上倾，并与油气运移期相配置，形成岩性油藏。泌阳凹陷南缘的双河、杨桥等水下扇体于核三沉积期，其总的态势为一由东南向西北倾没的下倾状态。据沉积相及构造发育史研究，核桃园组二段沉积期开始，凹陷南部沉降幅度变缓，湖盆水体变浅，且凹陷北部抬升幅度渐趋增强，使双河、杨桥等砂体前缘逐渐向北抬升上倾，形成了多层而且幅度、面积不等的砂岩上倾尖灭圈闭。同时深凹陷核三段生油岩正好为核二段中后期—核一段沉积期进入排烃高峰，油气大规模开始初次及二次运移，这样圈闭的形成期与油气运移期的良好配置，形成了双河、赵凹等区的较大面积多层位上倾尖灭岩性油气藏。

(2) 掀斜式的继承性构造运动是凹陷各类构造油藏主要成因。南阳、泌阳凹陷鼻状构造的形成与发展，与箕状凹陷的形态和沉积发育史密切相关，两个凹陷的平面形态均为“扇形”展布，凹陷南部边界受北西西和北东走向的两条断层所夹持，夹角均为140°～150°左右，此外，两凹陷内沉积物总体几何形态为“楔状”沉积体，该沉积体在其形成发育过程中与边界断裂呈长期稳定的相对升降，形成侧向挤压力偶，使沉积体褶曲变形，特别是北坡形成了众多的南部狭窄、北部宽缓向南倾伏的鼻状构造群（图4-55），因此，这些鼻状构造隆起时间早，属同生构造。鼻状构造被北东向或北西向两组断层复杂化，形成以断鼻圈闭为主要形式的油藏。上述大部分鼻状构造与部分背斜构造与砂体的展布具有较好的对应关系，即鼻状构造的轴向与砂体的轴向基本重合，鼻状构造两翼往往也趋于砂体的侧缘，砂体的前缘又基本是鼻状构造的倾没端，说明岩性差异压实也是构造形成另一个因素，这种差异压实的现象存在于南阳凹陷的东赵庄、魏岗及泌阳凹陷的双河、井楼、高庄、古城、新庄等鼻状构造。

小型短轴背斜构造，如南阳凹陷的东庄背斜，泌阳凹陷的下二门、井楼背斜，它们的分布都与南部较大型的同生断层和边界断层有关，均位于断距较大的正断层的下降盘，如东庄背斜夹持在两条平行断层下降盘，断距为500～700米，呈地堑陷落，背斜长轴与上述断层平行，此两条断裂发生于核桃园组一段沉积期，据构造发育史研究，背斜构造也发生于核一沉积期，属断裂下降盘逆牵引型的同生构造，对油气运移与聚集也非常有利。

(3) 北部斜坡凹陷边缘为抬升最高的构造带，也是核桃园组地层受剥蚀带，并与上第三

系呈角度不整合接触，是形成地层不整合浅油藏主要构造带。泌阳凹陷北部斜坡带的地层不整合浅油藏，主要分布于核三段上部，由于斜坡带继承性较强，因此，长期埋藏较浅，该段生油岩不成熟。根据生油岩热演化史研究结果，核三下段油气生成运移在核二段沉积期开始，时间相对较早，早第三纪末的构造运动使北坡抬升加剧，核三段地层遭受剥蚀比较严重，沉积盆地边缘相被剥蚀掉，沉积间断期较长（早第三纪末至晚第三纪中新世，约 0.1～0.12 亿年），推测原来形成的下第三系油藏基本上破坏殆尽。核三段上段凹陷深部大体在核一沉积期以后开始排烃，时间相对较晚，由于本区生油岩不成熟，因此，距油源相对较远的斜坡带至晚第三纪沉积时，才进入凹陷排烃带的范围，是油气运移、聚集主要时期，使部分油气运移至地层不整合面后，成为沥青封堵式油藏。

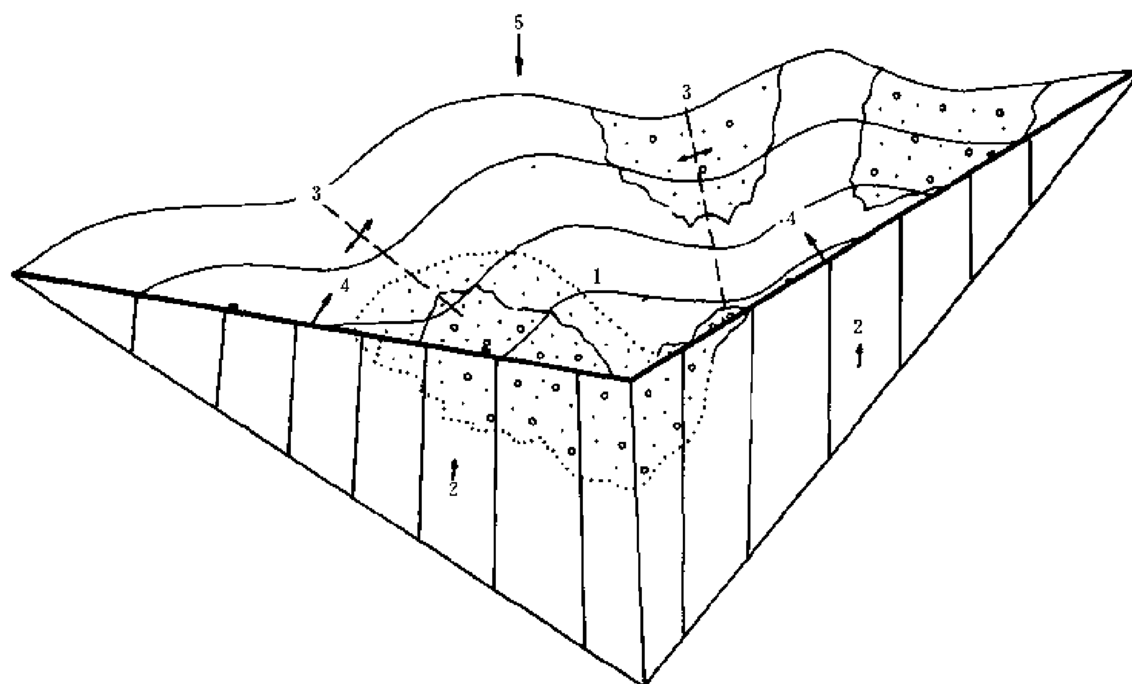


图 4-55　箕状凹陷构造形成立体示意图

1—沉积体；2—基岩边界；3—鼻状构造轴线；4—向心侧向挤压力；5—沉积体下降方向

3. 相对停滞的地下水有利于油气的保存

除泌阳凹陷北斜坡的浅油藏埋藏深度相对较浅外（一般为 200～800 米），两个凹陷的其它油田埋深大部分均大于 1500 米，纵向上处于地下水交替阻滞带，平面上分布均在核二段或核三段的矿化度高值区，总矿化度一般 4～29 克／升，氯离子含量一般 1300～9000 毫克／升，油气处于较为封闭的水文地质带。这种较封闭的条件与地层组合特征有关，两个凹陷核三段上部及核二段上部均有广泛分布的泥岩段，形成较好的盖层条件，泌阳凹陷以双河地区为例，油田水的分布特征为：水交替活跃带及水交替缓慢带分布于核三段顶部泥岩段以上，以下冲淡作用明显减弱，为水交替阻滞带或停滞带，核二段下部水的交替作用基本停止。双河油田的油层层位属核三段Ⅲ砂组—Ⅺ砂组，基本位于水的交替缓慢带以下，保存条件较好。南阳凹陷魏岗油田油层层位以核二段为主，核二段三个亚段均为正韵律，上部均以大套泥岩为主，盖层条件好，虽然断层较发育，油田水情况与前者相似，总矿化度最大可达 15～18 克／升。

四、油气藏分布规律

1. 下第三系核桃园组自生自储的原生油藏，成油组合类型简单

南阳、泌阳凹陷主要含油气层位分别为核二^2—核二^{3}及核三段，生油岩各项地球化学指标均较好的层段，由于四周物源比较丰富，砂岩较发育，与生油层组成良好的生、储、盖组合（于本章第三节生油岩特征已详述），具良好的油气运移条件。因此，除少数油藏如魏岗油田核二^{1}段油层、下二门、双河油田的核二段油藏属由于后期断层活动，成为纵向油气运移通道，使下部层位的油气向上运移形成少量次生油藏外，其余的均为原生油藏，油藏分布受砂岩的展布特征及构造发育情况的控制。

2. 围绕深凹陷为油气藏的主要分布区是含油凹陷的共同特点

围绕深凹陷地区主要是指深凹陷带与北部斜坡带的过渡区，具以下形成油藏较优越的地质条件：①油源丰富，该相带属较深湖相到浅湖相带，不但紧邻深凹陷，而且该带下第三系核桃园组生油岩埋藏较深，大部分于成熟门限深度以下，生油条件较好；②储集层较发育，该带属各种砂岩体的延伸范围，不但具来自于北部斜坡的三角洲砂岩体（辫状河砂岩、席状砂岩等），而且具来自南部边界断裂的扇三角洲砂岩体，与生油层组成较理想的生、储、盖组合；③构造发育，该带长期受到北部斜坡带抬升运动及南部大断裂运动的影响，各类构造较发育，北部以鼻状或断鼻构造为主，南部以断鼻或断裂背斜构造为主。因此，主要油田均分布于此带，如泌阳凹陷双河、王集、下二门、安棚油田及南阳凹陷魏岗、张店、北马庄油田。

3. 富集凹陷具复式油气田分布的基本特征，凹陷不同部位有不同类型的油气藏组合

泌阳凹陷是南襄盆地生油岩及储集层条件最佳的凹陷，可与我国东部第三系油气富集凹陷相比，含油特征相似，主要目的层核三段具不同含油层位连片的复式油气田分布特征，南部断裂带具背斜断裂油藏、断鼻油藏及冲积扇断裂油藏；凹陷带具岩性上倾尖灭油藏、透镜体油藏、白云岩裂缝油藏；北部斜坡带有鼻状断裂油藏、岩性上倾尖灭油藏及不整合接触地层封闭油藏（表 4-21，图 4-56）。

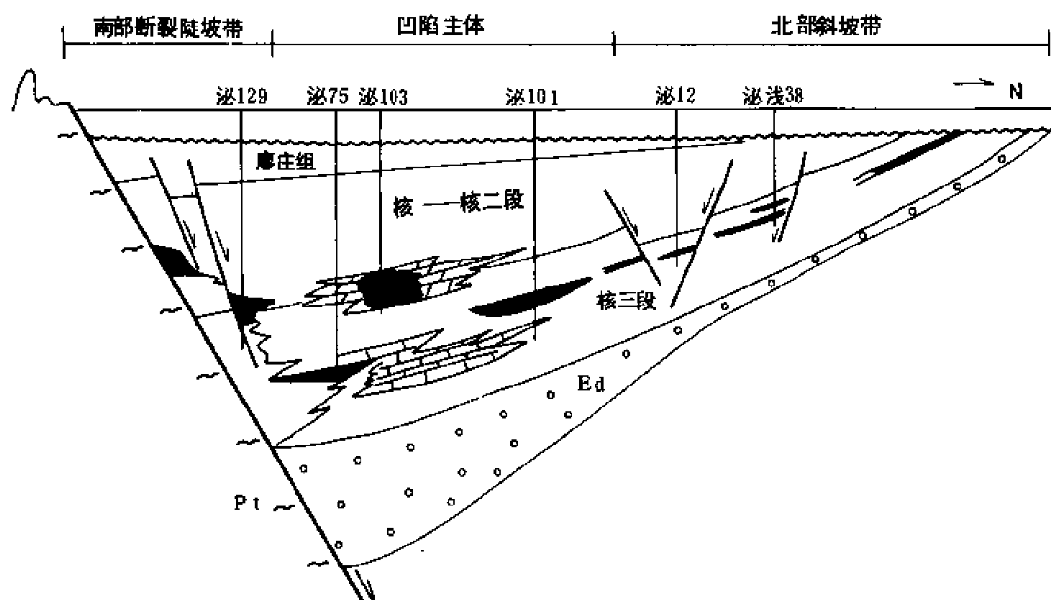


图 4-56 泌阳凹陷油藏组合模式图

表 4-21　泌阳凹陷构造各带油气藏类型表

位置	南部断裂陡坡带	凹陷带	北部斜坡带
油藏类型	冲积扇断裂油藏 鼻状断裂油藏 背斜断裂油藏	砂岩上倾尖灭油藏 白云岩裂缝油藏 砂岩透镜体油藏	断块油藏 鼻状断裂油藏 不整合地层油藏
实例	泌 129 井冲积扇断裂油藏 下二门背斜断裂油藏 井楼—长桥背斜油藏	双河油田及前杜楼岩性油藏 赵凹—安棚岩性油藏 泌 103 井白云岩裂缝油藏 泌 101 井透镜体油藏	古城、王集、新庄断块、断鼻及不整合地层油藏

第七节　油气田地质各论[❶]

至 1986 年底南襄盆地一共发现 9 个油田（图 4-57），主要分布于泌阳凹陷，该凹陷有 5 个油田（双河、下二门、赵凹—安棚、井楼油田），储量之和占总储量的 91.6%，南阳凹陷有 4 个油田（魏岗、东庄、张店、北马庄油田），储量之和占总储量 8.4%。另外，对于未能形成含油面积的油层，如泌阳凹陷泌 103 井白云岩裂缝油层、泌 101 井砂岩透镜体油层和南阳凹陷南 9 井断鼻油藏，均属于单井控制的出油点，及北部斜坡带刚发现的古城、付湾、杨楼、新庄等断鼻构造的浅层稠油藏，由于当年未能探明含油面积，故不作详细描述。

以下对其它各油田的构造位置、圈闭及油藏类型、储集层性质及开发简况进一步描述：

1. 泌阳凹陷各油田地质情况

（1）双河油田　双河油田位于凹陷西南部紧邻生油中心的双河镇鼻状构造，第一口发现工业油流井—泌 4 井，于 1976 年 5 月 20 日试油，油层 2 层厚 48.8 米，抽汲获日产 116.7 吨的高产油流。油田可分为两部分（图 4-58），东南部（双河区）鼻状构造形态明显，轴向由北西向南东倾没，两翼不对称，西南翼倾角陡 9°～15°，东北翼倾角缓 3°～7°，构造倾没端发育一组（4 条）近东西走向的北掉正断层，横切鼻状构造；西北部（江河区）变为向西北抬起的单斜，构造简单。储集层为东南方向的双河镇水下扇砂砾岩体，纵向上根据油水组合关系，从上至下可划分九个油组（Ⅰ～Ⅸ），由东南向西北岩性由粗变细，由砂砾岩逐渐相变为含砾砂岩、细砂岩，砂岩向西北方向层层减薄，剖面上层层呈楔状上倾尖灭，成为双河镇鼻状构造主要封闭条件（图 4-58）。砂岩由下向上分布范围由大到小，呈梯状向东南湖岸方向退缩。上部油组砂层特别是Ⅴ砂组以上的砂组，仅分布于双河区，油藏可分为两大类：东南部为断鼻构造油藏（端部），鼻状构造主体部位及西北斜坡为岩性上倾尖灭油藏。共有 300 多油砂体，由于各层砂岩体轴线与构造轴线一致，单井油层厚度取决于构造位置与砂岩体相对位置，如双河地区位于构造轴部远离Ⅰ～Ⅳ油组砂岩尖灭线的泌 11 井、泌 54

❶参阅河南油田各油田开发研究报告。

图4-57 南襄盆地油田分布示意图

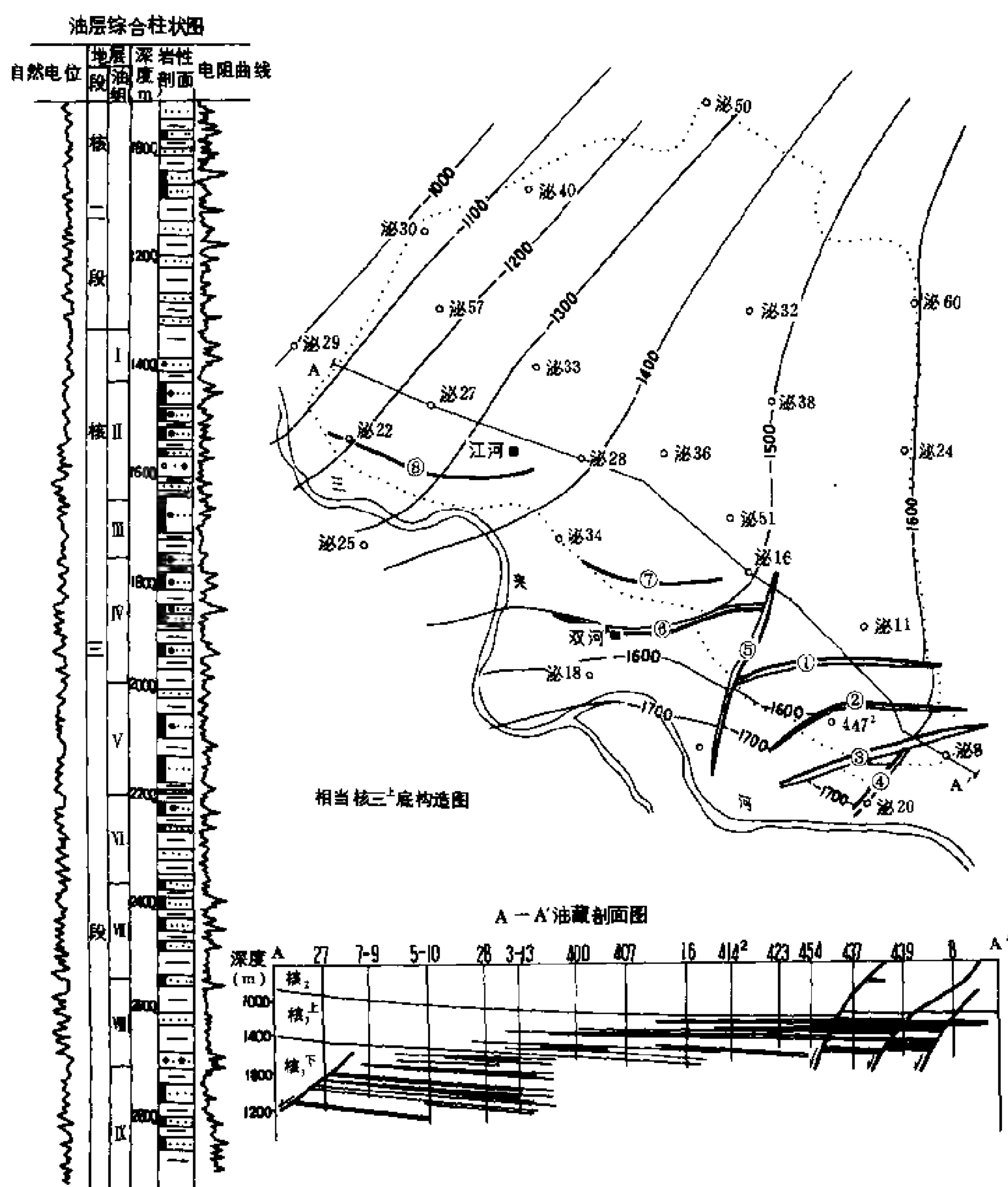


图 4–58　双河油田综合图

井，油层厚度大，分别为 88.2 米／7 层、103.4 米／14 层，靠近尖灭线的泌 37、38 井，油层厚度变薄为 12.4 米／4 层、15 米／3 层。江河地区属单斜构造，油层变化情况与双河区相似，靠下倾方向的泌 28 井Ⅴ～Ⅸ油组油层均发育，有 28 层，厚度共 114 米；上倾方向靠近尖灭线的泌 30 井，油层均已尖灭，仅见多层 1.0～2.5 米油迹粉砂岩，岩性致密。油层的含油高度 30～200 米，一般为 60 米，油层埋深 1326～2395 米，为层状油藏，各层油水界面不一致，原始油水界面−1276～−2280 米，叠加含油面积 30.1 平方千米，单井产能一般 50～100 吨／日，储量丰度达 280 万吨／平方千米，油层平均厚度江河区为 24.6 米，双河区为

36.8 米。

双河区鼻状构造前端双 2 号断层的两盘，于鼻状构造顶部及北翼泌 19 井岩性尖灭油藏，分布少量核二段油藏，储集层为砾状砂岩，含油面积仅 0.43 平方千米，油层埋深较浅 950～1000 米，油层厚度为 10～18 米。初步分析属次生油藏，原油来自于下部核三段沿 2 号断层向上运移，聚集于构造顶部，原油性质与核三段略有差别，相对密度 0.9136，动力粘度（70℃）90.98×10^{-3}Pa · s，含蜡 14.74%，凝固点 36℃，胶质沥青质 35.54%，相对密度及胶质沥青质含量较高，反映受氧化后特征，含蜡量较低，反映经较长的运移途径后部分蜡被岩石吸附的结果。原油初产量较高，如泌 447[2] 井抽汲试油结果日产油 28 吨。

双河镇油田砂岩体属陡岸一侧的近源洪水浊流形成的水下扇，具有岩性粗、分选差、成熟度低、横向变化大、非均质严重的特点。扇体可分为扇根、扇中、扇端三部分，扇根为块状砂砾与泥质的混杂堆积，泥岩隔层薄，储集性能差，含油情况不好。扇中是由网状河道和河道间沉积物组成，岩性为砾岩—粉砂岩，但以砾状砂岩为主，储集层的非均质性在该相带也很明显，如双河区 II 砂组物性变化大：孔隙度 33.71～0.97%，平均值 18.43%；渗透率 <0.01～15.8 平方微米，平均为 0.9658 平方微米。扇端（江河区西北部）砂层厚度明显变薄，岩性变细以细砂岩为主，储油物性一般较好。但靠近扇端前缘部位储集层泥质、灰质胶结物增多，致密、物性变差，油层的孔隙度在 15～20%左右，渗透率一般 0.14～2.0 平方微米。

原油性质具两高、三低的特点：高含蜡（22～45%）、高凝固点（18～45℃）。低饱和压力（0.75～5.1 兆帕）、低油气比（4.6～32 立方米／吨）、低含硫（0.04～0.16）。原油相对密度 0.84～0.87，粘度 2～16 毫帕秒（70℃）。

该油田为河南油田的主力油田，年产原油量占全油田产量的 76%，采油速度 2%左右，1986 年综合含水量为 60%。

（2）赵凹—安棚油田　赵凹—安棚油田位于凹陷深部安棚鼻状构造的西南翼，属来自于南部的砂岩体与构造线相交形成以鼻状构造为背景的岩性上倾尖灭封闭油藏。该油田的第一口发现井泌 79 井，1980 年 3 月 10 日试油 1 层 7.4 米，8 毫米油嘴，自喷日产油量 40 吨。

鼻状构造向西北方向与毕店鼻状构造基本连为一体，形成毕店—安棚鼻状隆起带，呈北北西向延伸到凹陷中部，于箕状凹陷的深凹部倾没。其西南以一向斜鞍部与双河鼻状构造相隔，东北与安店洼子相邻。构造两翼倾角 6°～8°，未发现断裂，构造形态简单（图 4-59）。

储集层来自两个方向：北部的赵凹地区含油储集层物源来自双河水下扇北东向延伸的扇垛，岩性以含砾中、细砂岩为主，属水下支流河道砂沉积；南部安棚地区储集层来自南部杨桥方向的水下扇，岩性以砾状砂岩、含砾中、粗砂岩为主，为一套高密度的洪水浊流沉积。上述为核三段 III～IV 砂组的砂层，于鼻状构造西南翼上倾尖灭，形成岩性尖灭油藏，含油叠加面积 12 平方千米。油层埋深 1700～2980 米，油层厚度 6.9～7.8 米。储油层分选差、非均质严重，分选系数 1.5～2.2，平均孔隙度 17%左右，平均渗透率 0.463 平方微米。原油性质与双河油田类似。油田储量丰度为 63 万吨／平方千米，主力油层千米井深产能 6～23 吨／日。

油田于 1982 年投入开发，年产油量仅占油田总产 4%，采油速度 1.5%。

（3）下二门油田　位于凹陷东部边界断层下降盘一侧，构造形态为近南北向的短轴背斜构造，圈闭面积 8.5 平方千米，闭合高度 270 米。构造较复杂，发育五条近东西走向和一条

南北走向的正断层，断距40～150米，将背斜构造切割成四个主要断块（图4-60）。第一口发现井泌7井，于1977年12月26日试油，油层14层92.2米，畅喷日产油353吨。

油层主要分布在核三段Ⅲ油组—核二段，埋深880～2380米；核一段及廖庄组为含气层段，埋深640～1200米；构造高部位油层有效厚度可达154米，平均厚度为6米，叠加含油面积4.29平方千米，为凹陷内储量丰度最高（341万吨／平方千米）的油田，向构造翼部则很快变薄或为水层。

油气藏类型可分为两大类，即背斜构造控制的断块层状油气藏为主，部分深部油层为上倾尖灭岩性油藏，主要分布于背斜构造的西北翼，各油层原始油水界面−780～−2220米。储集层属东北方向侯庄三角洲砂体东部侧缘的水下分流河道砂、河口坝砂及前缘席状砂。侯庄三角洲属建设型，核三段沉积时砂体分布范围小，其东部侧缘在下二门背斜北翼、西翼上倾尖灭。核二段沉积时砂体明显向湖内前积，分布范围明显扩大，大部分于下二门构造西翼呈下倾尖灭。储集层岩性以分流河道及河口坝的含砾砂岩、中粗砂岩为主，分选较好，分选系数1.7左右，孔隙度21～23%，渗透率为2.2平方微米。

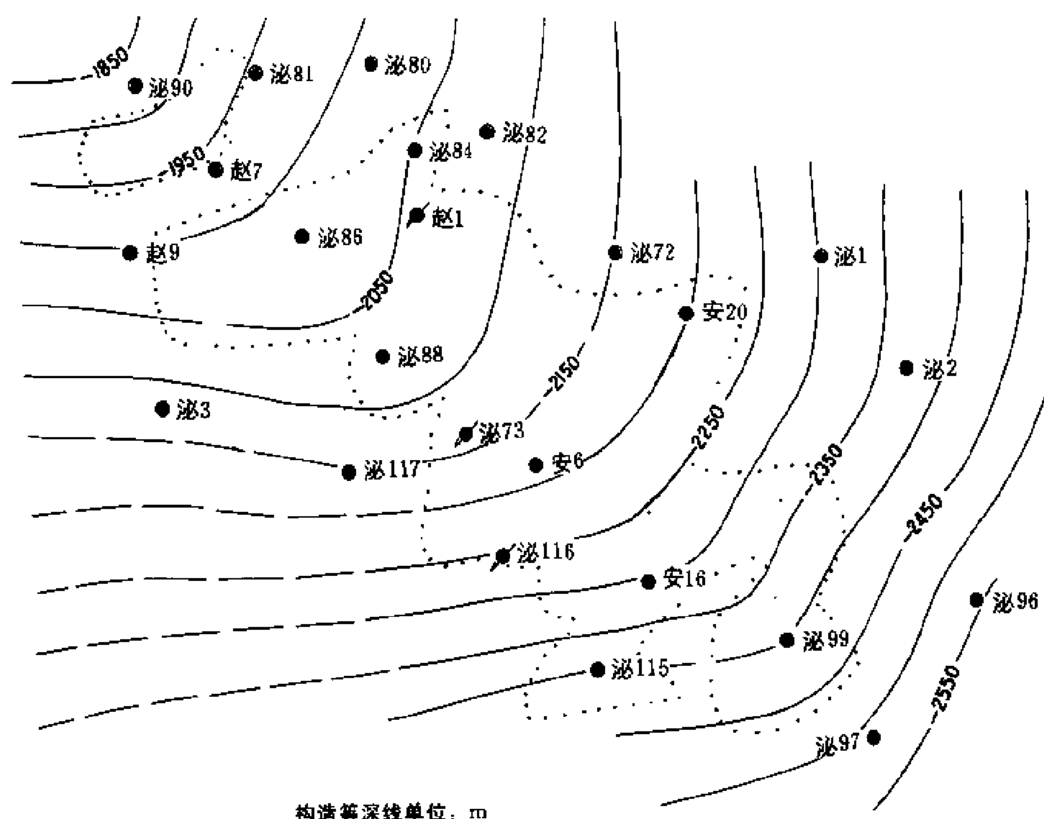


图4-59　赵凹—安棚油田核二上底构造图

原油性质随着层位的变化反映出下二门油田存在部分次生油藏，以核二段四油组为界，以上属次生油气藏，地面原油的密度、粘度、胶质沥青质含量、含硫量及地层原油的饱和压力、油气比，都明显较四油组以下原生油藏增高，而含蜡量、凝固点则明显降低（表4-22），说明浅层位的原油是由深部原油沿断层向上运移的结果。

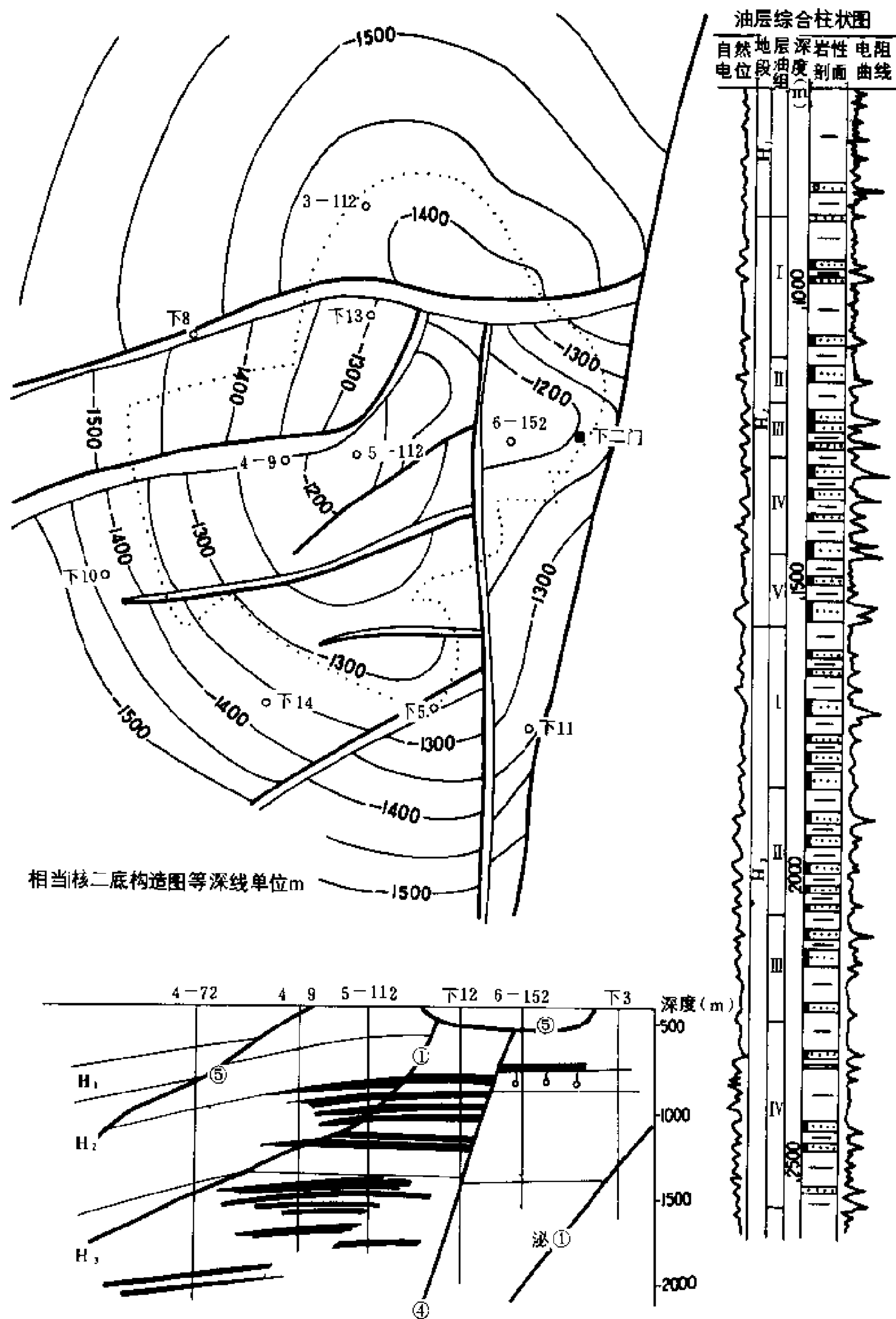


图 4-60 下二门油田综合图

表 4–22 原油性质统计表

层位	原油类型	油组	相对密度 d_4^{20}	粘度 70℃ m·P_a·s	胶质沥青质 (%)	含蜡量 (%)	含硫 (%)	凝固点 (℃)	饱和压力 (m·P_a)	原始油气比 (m^3/t)
核二段	次生氧化型	Ⅰ	0.8961	37.6	31.56	23.8	0.17	36		
		Ⅱ	0.9274	114.86	25.84	17.56	0.2	29		
		Ⅲ	0.9168	92.92	26.77	16.87	0.18	25	80.35	
		Ⅳ	0.8931	28.81	21.88	24.76	0.18	31	74.28	25.95
	原生型	Ⅴ	0.8724	10.41	14.8	36.82	0.12	37		30.33
核三段		Ⅰ	0.8651	10.74	12.6	30.49	0.11	36		
		Ⅱ	0.8642	12.57	11.91	34.91	0.06	36		
		Ⅲ	0.8591	8.27	10.21	34.88	0.09	39	11.4	12.6
		Ⅳ	0.8538	6.88	11.8	32.22	0.07	37		8.88

油田的天然气层，分布于北部Ⅰ断块，面积 0.6 平方千米，埋藏深度较浅 600～1300 米，成分以甲烷含量为主 95.8～99.5%，密度 0.5578～0.5944，属干气类型，赋存形式有两种，油环气及纯气层，前者为主占 70%左右。

油田全面投入开发稳产七年，年产油量占总产量 13.2%，采油速度 1.8%，1986 年综合含水 60%。

(4) 王集油田　位于凹陷北斜坡带东段，属断裂鼻状构造类型的小油田，鼻状构造轴向为北东向，向西南倾没，被一系列平行于构造轴向的东掉和西掉的正断层复杂化，近轴部呈“地堑”陷落、两翼逐级抬升的多个断块鼻状构造，油藏类型为断鼻、断块及部分为岩性控制的层状油藏（图 4–61）。

第一口发现井泌 12 井，于 1977 年 3 月试油，井段 1400.4～1813.2 米，油层 4 层 7.8 米，抽汲获日产 46.5 吨工业油流，油田面积 4.5 平方千米，油层厚度较薄 10.2～1.8 米，储量丰度中等，为 32.2 万吨／平方千米，千米井深产能 8～31.6 吨／日。

储油层主要来自两个物源方向，东部主要含油区块储集层来自侯庄三角洲砂体的西部侧缘，砂层由东向西由厚变薄，岩性由粗变细，油层岩性以含砾中粗砂岩及细砂岩为主，属河口坝砂—前缘席状砂，分选较好，分选系数 1.5～1.7，孔隙度 18%左右，渗透率 0.27～1.58 平方微米。油田西部砂层来自西北部的古城—张厂三角洲砂体，属前缘席状砂，层薄，岩性为细砂岩—粉、细砂岩。油田储量 80%以上分布在鼻状构造东翼和构造轴部，含油层位为核三段中、上部，向西层位变低为核三段中、下部，主要含油层段集中于 1200～1500 米。

原油性质与双河油田相似，但同一层位的原油性质，东部与西部有差异，西部变稠，如原油相对密度由 0.88 变为 0.92，粘度由 25 毫帕秒变为 380 毫帕秒。

(5) 井楼油田　位于凹陷西北端的斜坡上，东南部紧邻双河油田江河区，油田的构造自南向北可进一步划分三个次一级局部构造：井楼背斜、前杜楼鼻状构造及高庄鼻状构造（图

4-62)。

井楼背斜是轴向为北西向的长轴背斜，紧邻边界大断层，闭合幅度250米左右，闭合面积3平方千米，西南翼倾角（18.4°）比东北翼（11.9°）陡，属不对称背斜。前杜楼鼻状构造轴向北北西，向东南方向倾没，构造两翼对称（倾角12°），隆起幅度400～450米，构造范围8.0平方千米。高庄鼻状构造轴向北北西，向南方向倾没，东翼倾角（15°）比西翼（10°）陡，闭合幅度150米，闭合面积5.04平方千米。断层较发育，共有九条断层，可划分为北西、北东（或北东东）两组，其中以北西向为主，有六条断层，该走向断层如楼1号及楼4号断距较大，达180～270米。其余的所有断层断距较小约35～50米，对油气的分布均不同程度起到分割作用，使上述三个构造复杂化，形成多断块及断鼻圈闭。

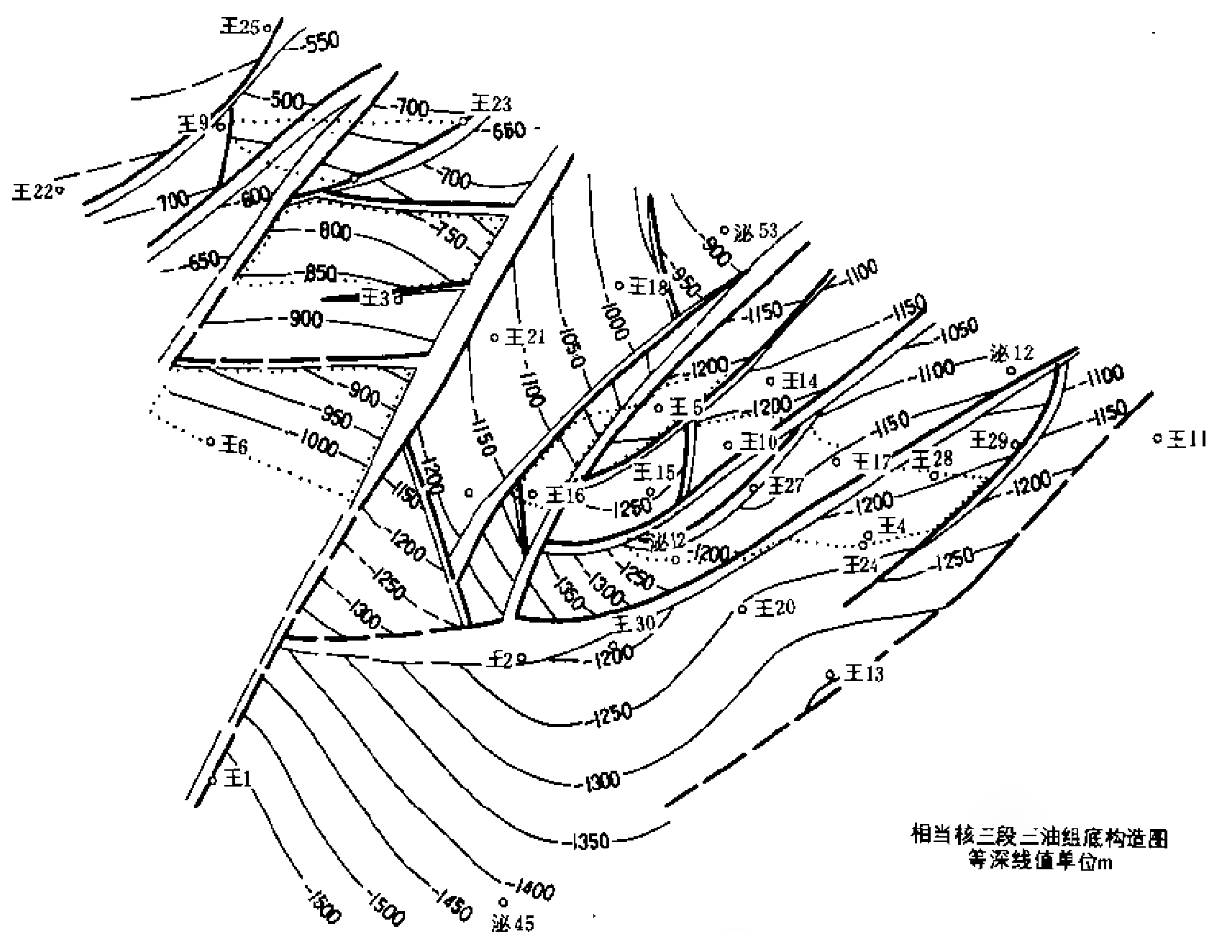


图4—61　王集油田构造图

井楼油田储集层由两个方向的物源：油田东南部长桥扇三角洲砂体主要分布于井楼背斜上，砂体延伸方向与构造长轴基本一致，分布不稳定，构造西北端倾没处砂体基本尖灭。储油层以分选极差的砾状砂岩、含砾中、细砂岩为主。孔隙度平均值约34%，渗透率平均为1.7平方微米。井楼背斜单井有效厚度最大可达78米，单层厚5～20米。北部古城三角洲砂体的西南侧前缘带分布在高庄、前杜楼鼻状构造一带，储油层以细砂岩为主，单层油层厚度薄，一般2～5米，单井有效厚度一般5～20米。由于构造复杂、岩性变化大，井楼油田油气藏类型也比较复杂，南部井楼背斜为背斜构造油气藏，北部高庄、前杜楼地区为断鼻、断

块、地层不整合及岩性上倾尖灭等多种油气藏（图4-63）。

含油层位为核桃园组三段上部Ⅲ～Ⅳ砂组，地层由东南向西北盆地边缘剥蚀愈趋严重，油田范围内核二段及核三段顶部均遭剥蚀，上第三系与核桃园组三段不同层位地层呈角度不整合接触。油层埋深126～973米，集中段为150～450米，因油层埋深浅，原油生物降解作用强烈，油田储量的98%均为稠油或特稠油，原油性质：相对密度0.90～0.985、粘度（35℃）367～17920毫帕秒、含蜡较凹陷内稀油低，一般4.2～23.4%，胶质沥青质含量21～42%、凝固点-7～35℃、含硫0.1～0.37%。

井楼油田含油面积14.6平方千米，储量丰度为210万吨／平方千米，属于中丰度、高孔隙、高渗透率的浅层稠油油田（东南部少量稀油）。油田已进行热采开发试验，对油层厚度3.4～9.6米的9口井进行蒸气吞吐试验（7口井为第一周期、2口井为第二周期），共注气6609吨（蒸气干度15～20%），共采油5483吨，平均油气比为0.83，说明厚度小于10米的油层吞吐效果较好，准备进一步安排热采试验。

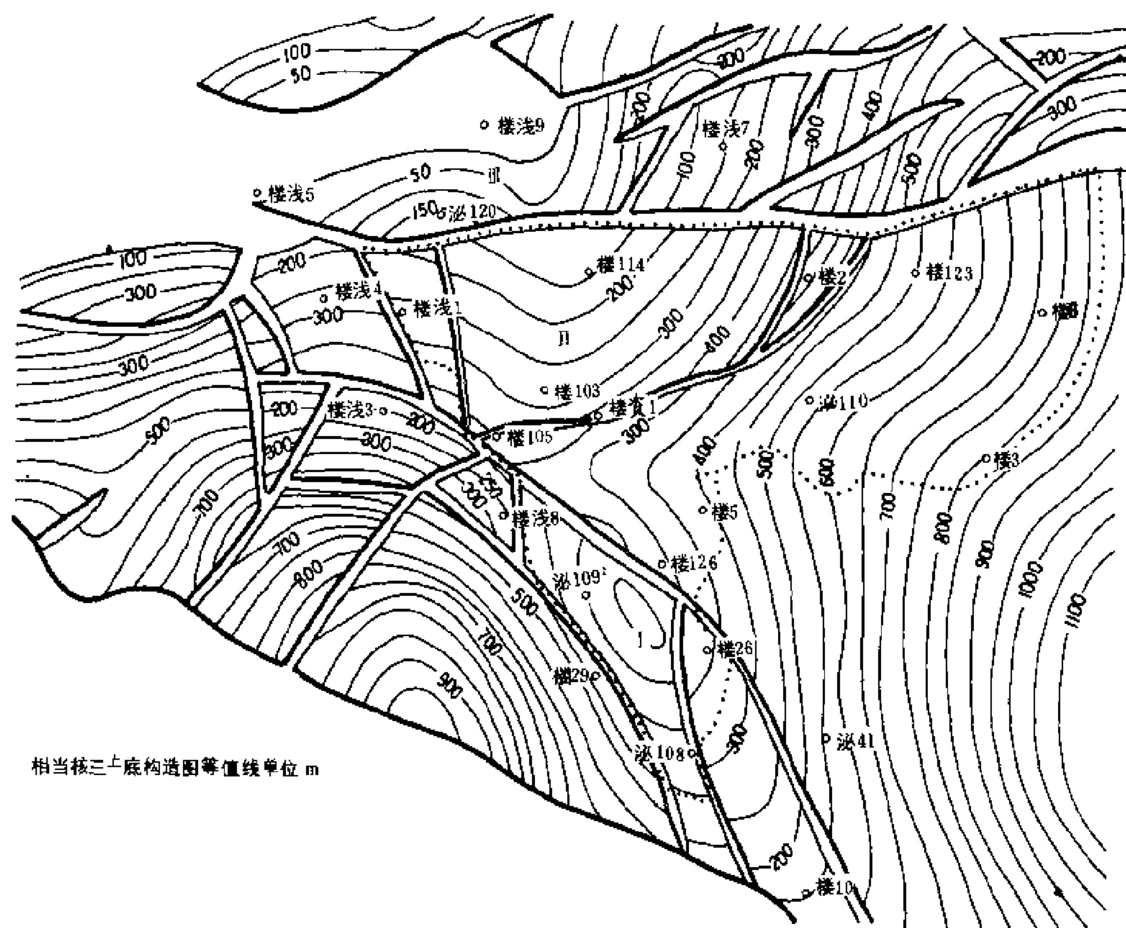


图4-62　井楼油田构造图

Ⅰ—井楼背斜；Ⅱ—前杆楼鼻状构造；Ⅲ—高庄鼻状构造

2. 南阳凹陷各油田地质情况

（1）魏岗油田　位于南阳凹陷东庄与牛三门次凹之间紧邻深凹陷的北部斜坡，属魏岗断裂鼻状构造，轴向为北北西向，向东南凹陷深部延伸、倾没，构造最大幅度大于400米，圈

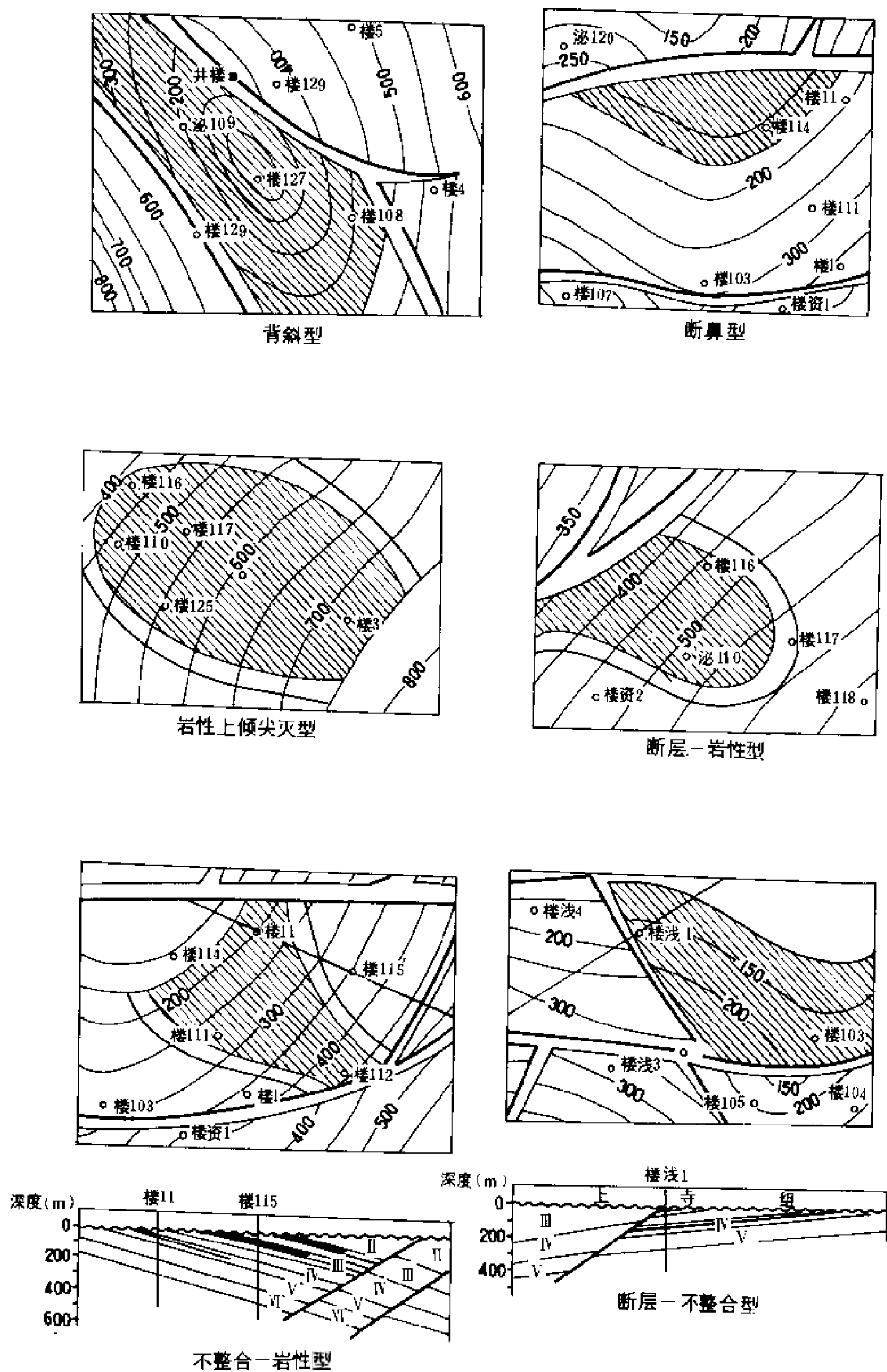


图 4－63　井楼油田油藏类型图

闭面积大于25平方千米，两翼对称倾角5°～7°，倾没端倾角较陡16°～18°。断层发育，主要有6条走向为北东及北北东向的正断层，断距为50～80米，其中魏1号断层断距较大150～300多米，这一系列断层将鼻状构造切割为大小不等的七个次级断鼻及断块（图4-64）。油层埋深1218～2047米，含油层位为核桃园组二段，由南至北断块节节升高，含油层位变低，为层状油层，原始油水界面-1145～-1510米，断层起控制作用。第一口发现井南6井，于71年9月24日试油，2层7.6米油层，畅喷日产油72.2吨。储集层属张店—金华三角洲的远沙坝及部分河口坝，储集层岩性以粉、细砂岩为主，分选好、厚度薄，平均油层厚度5.2米，分布较稳定，物性较好，孔隙度20～25%，渗透率0.2—0.5平方微米。油藏类型以鼻状构造为背景的断块层状油藏为主。原油性质二高三低为特征：高含蜡（35～57%）、高凝点（38～58℃）、低含硫（0.06～0.18%）、低饱和压力（2.5～4.5兆帕）、低油气比（12～30米^3／吨）。原油相对密度0.87、粘度8～12毫帕秒。含油面积12.0平方千米，储量丰度66.7万吨／平方千米，至1986年已投入开发7年，年产量占全油田总产量5.6～4.4%，采油速度1.39%，综合含水61%。

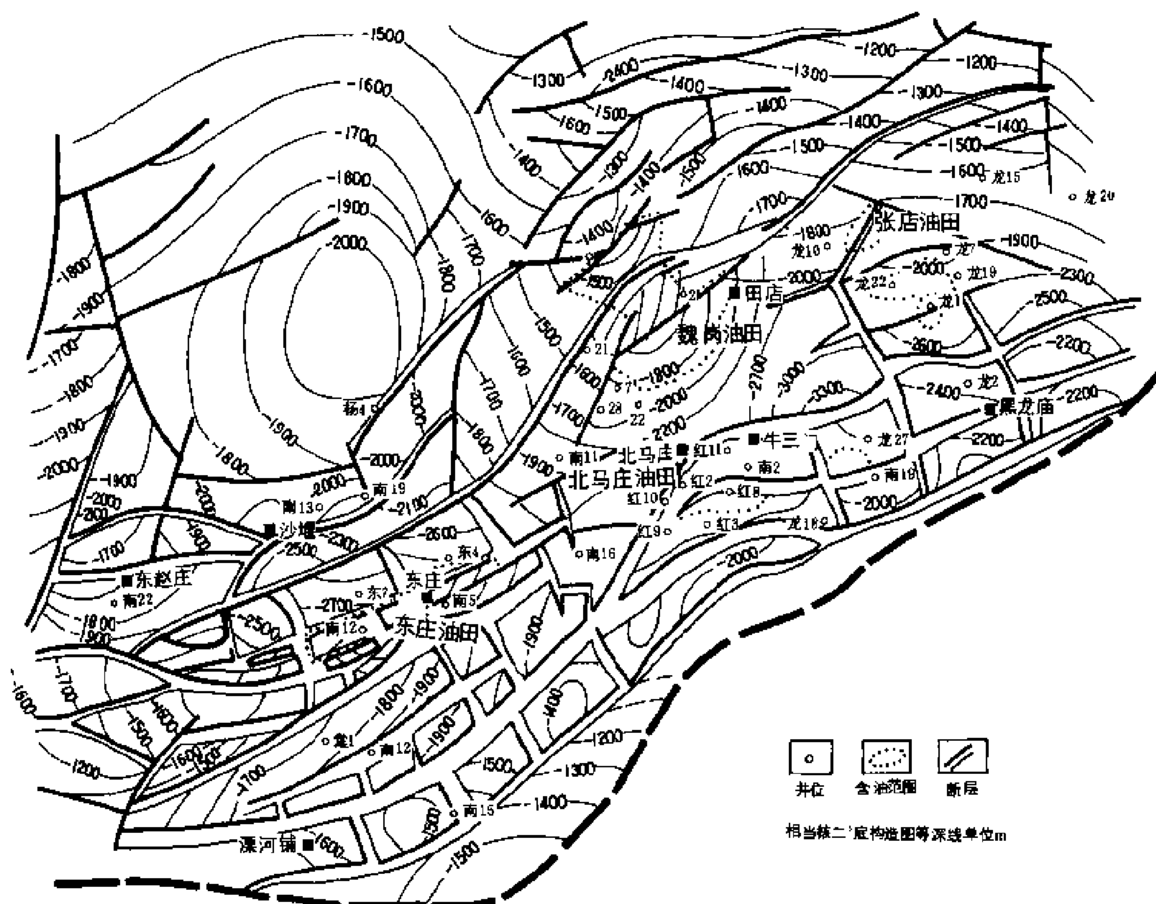


图4-64　南阳凹陷构造图

（2）其它小油田　南阳凹陷除魏岗油田外，还有三个小油田（东庄、张店、北马庄），由于油层埋藏较深，厚度薄，含油面积较小、储量少，控制井相对较少，因此尚未投入开发，各油田简况分述如下：

1）东庄油田：位于南阳凹陷西部东庄次凹中心，为凹中之隆，是走向为北东东的长轴背斜，被北东东和北北西两组断层复杂化（图4-64），圈闭面积7平方千米，圈闭幅度80～100米。第一口发现井南5井，于1971年8月试油提捞，获日产油2.94吨。主要含油层位核二段中、下部，含油面积3.5平方千米。

储油层为沙堰三角洲砂体前缘相带的细砂岩，油层埋深2290～2730米，油层厚度薄，单层一般厚2～3米，平均厚度9.4米。油藏类型为背斜构造控制下的断块层状油藏，原油相对密度0.86左右，粘度8～20毫帕秒，含蜡量及凝固点高，分别为38～53%和44～53℃。油田的储量丰度为95万吨／平方千米，产能较低，千米井深产油量仅0.45～5.1吨（未进行油层改造），因此开发难度较大。

2）张店油田：位于魏岗油田以东的张店鼻状断裂构造，轴向近南北向，向南部倾没，发育一组近东西向北掉的正断层，将鼻状构造切割为5～6个断块（图4-64），第一口发现井龙1井于1973年7月试油，抽汲日产油30吨。油层层位为核二段中、下部至核三段顶部，含油井段长（700米左右），油层纵向上分布不集中，层位不稳定，且油层厚度薄（1～4米），平均厚度2.7米，平面上分布也不连片，呈四块零星含油面积，叠加面积仅7.2平方千米。储油层属北部方向的金华—张店三角洲砂体前缘相远砂坝粉—细砂岩，孔隙度12～15%，渗透率0.08～0.16平方微米。油藏类型以构造岩性油藏为主。原油性质同魏岗油田。试采期间压降快，千米井深产能1.9吨。

3）北马庄油田：位于魏岗油田南部牛三门深凹子的断裂鼻状构造，轴向近南北向，向南倾没，发育一组东西向北掉的正断层，将构造切割成2～3个次级断鼻构造（图4-64），第一口发现井红7井，于1981年6月试油，抽汲日产油7.35吨。含油面积仅限于红7井断块，为2.2平方千米，含油层位为核二段，油层埋深2088～2580米，平均厚度4.9米，储集层为北部金华—张店三角洲的远砂坝或席状砂，岩性以细砂岩为主，局部为含砾细砂岩，孔隙度15%，原油性质同魏油田。油田储量丰度低，仅36万吨／平方千米，千米井深产能2.86吨，尚未投入开发。

第八节　油、气、水性质及分布

南襄盆地的三个凹陷油气富集程度不同，勘探程度也不同，反映油、气、水特征的主要分析数据来自勘探程度较高的泌阳凹陷，其次为南阳凹陷。襄枣凹陷虽完钻10口探井，仅枣22井下了油层套管，经试油没有出油，只获得4个层段的地层水性质资料。

一、原油性质及其演化

由于原油的运移及后期的构造运动，使泌阳、南阳二个凹陷不同构造带的油层埋深及保存条件差别较大，因此，各带之间的原油物性及化学组份差别也较大，特别是含油面积较广泛的泌阳凹陷，这种差异更为明显。原油性质有以下特征：

1. 原油的物理性质

据原油的粘度和相对密度来划分，泌阳凹陷有五种类型的原油（表4-23、4-24）。其中轻原油或低粘度油是泌阳、南阳凹陷蕴藏量最大的类型。中质原油、重原油和特重原油储量在泌阳凹陷已占较大比重，约占目前勘探控制储量的14%。主要分布于泌阳凹陷北部斜坡带，以井楼、古城、新庄油田为代表，其次是下二门油田浅层及凹陷中心的白云岩分布区。南阳凹陷魏岗油田少数井的个别层段也见到中质原油。泌阳凹陷东南边缘露头所见沥

青，为原油的氧化产物，列入天然沥青。

表4-23 原油分类表

序号	分类名称	通称	粘度（m·Pa·s）	相对密度
1	轻原油	低粘度	<20（油层条件）	<0.9000
2	中质原油	中等粘度	20～50（油层条件） <100（脱气油、油层温度）	0.9000～0.9340
3	重质原油	稠油	>50（油层条件） $>100\sim<10^4$（脱气原油、油层温度）	0.9340～1.0000
4	特重原油	特稠油	$<10^4$（脱气原油） $>10^4$（油层温度）	>1.0000 <1.0000
5	沥青	天然沥青	$>10^4$	>1.0000

表4-24 南襄盆地各类原油物性表

序号	原油类型	凹陷	井号	井段(m)	原油粘度（m·Pa·s）		原油相对密度(D_4^{20})	备注
					油层条件	脱气（70℃）		
1	轻原油	泌阳	泌33井	2225.8～2321.8	2.5		0.8380	砂岩
			双3-21井	1661.0～1666.2	9.7	12	0.8662	砂岩
		南阳	魏5井	1519.8～1523.4	4.6	11	0.8493	砂岩
			魏104井	1424.5～1427.9	11.7	12.59	0.8603	砂岩
2	中质原油	泌阳	泌35井	1969.0～1975.0		70.98	0.9035	砂岩
			泌7井	1084.4～1094.6		65.49	0.9219	砂岩
		南阳	魏36井	1715.2～1738.4		32.12	0.9111	砂岩
		泌阳	云2井	1913.0～1921.0		357.89	0.9174	白云岩
3	重质原油	泌阳	云9井	2070.0～2103.0		4027.59	0.9412	白云岩
			泌110井	418.4～435.0		316.54	0.9489	砂岩
			下浅11井	1152.6～1160.0		343.56	0.9477	砂岩
			新下15井	1659.4～1669.6		1053.96	0.9861	砂岩
4	特重原油	泌阳	楼3井	554.0～556.6		24225	0.9960	砂岩
			泌109井	196.2～208.0		71695	0.9801	砂岩
5	沥青	泌阳		为油苗氧化物，即凹陷边缘沥青充填砾岩露头中之沥青				

轻原油的物理性质可概括为“二高二低”：含蜡量高，凝固点高；饱和压力低，油气比低。

凝固点高只限于密度小于0.9的轻原油或低粘度油。在泌阳凹陷这种油的凝固点一般在31～46℃，最高可达48℃。南阳凹陷这种油的凝固点更高，一般高出泌阳凹陷的20%。

相对密度大于0.9的中质原油、重质原油和特重质原油的凝固点都有所降低，主要是随着含蜡量的降低而降低，变化范围在9～28℃，最低为5℃，井楼油田个别层段的原油凝固点为−4～−9℃（表4−25）。

表4−25　各类原油凝固点数据表

地区	原油类型	原油相对密度	凝固点（℃）		含蜡量（%）		含胶质、沥青质（%）	
			极值	一般值	极值	一般值	极值	一般值
泌阳凹陷	轻原油	<0.9	最大 48	31～46	最大 52.2	22.97～30.79	最大 20.61	4.02～5.90
南阳凹陷	轻原油	<0.9	最大 58	38～51	最大 57.08	38.50～53.06	最大 23.55	5.70～8.58
泌阳下二门油田	中质原油及重质原油	>0.9	最小 5	15～31	最小 7.46	12.98～19.27	最小 28.9	31.27～34.6
泌阳井楼油田	中质原油及重质原油	>0.9	最小 −9	6～15	最小 3.33	5.93～11.48	最小 27.25	23.14～38.81
泌阳白云岩区 泌103井	中质原油	0.9324		39		4.81		54.10
泌阳白云岩区 云2井	中质原油	0.9174		35		14.81		46.73
泌阳白云岩区 云9井	重质原油	0.9412		39		9.80		53.91

泌阳凹陷中心白云岩储集层的中质、重质原油与泌阳凹陷边缘浅层的中质、重质原油有所不同，主要差别是凝固点仍很高，可达到35℃～39℃，而含蜡量并不高，为9.8～14.81%，胶质、沥青质的含量很高46.73～54.10%。因此，高凝点特性不仅受含蜡量的影响，而且与高含量的胶质、沥青质有关。

地层原油饱和压力低，形成低饱和油藏。饱和压力最高600.2×10^4Pa，最低73.5×10^4Pa，一般271.6×10^4～382.5×10^4Pa。

2. 原油的化学组成

轻原油具有“四低七高”的陆相原油特点：低含硫、低轻质馏分、低芳烃含量、低取代缩合程度；高含蜡、高烷烃含量、高镍钒比、高胶质含量、高脱氧指数、高碳正烷烃、高五环三萜类化合物。这11项指标中有许多已在生油岩这一章作了描述，下面重点综述其余部分。

除成熟度很高的石油及中度以上生物降解油和典型的海相石油外，原油中均含百分之几到百分之五十左右不等的石蜡。一般把含量占8%以上的原油称为高蜡油，我国第三系原油含蜡一般为14～20.6%，相比之下，南襄盆地原油是我国罕见的高蜡原油，含蜡量一般为

30～40%，最高值可达 52.2～57.08%。

根据原油成分组合特征，将南襄盆地的轻原油称为低硫石蜡基原油，原油饱和烃的含量很高，尤其在−320℃的馏分中，烃的组成充分体现出高烷烃含量和低芳烃含量的特点，二者含量分别为 88～89%和 11～12%。与我国陆相原油一样，南襄盆地的轻原油胶质含量也较高，一般为 12～14%，而沥青质含量一般不超过 1%，如南阳凹陷东庄油田东 3 井原油中沥青质只占 0.4%。原油含硫量也很低，一般轻原油中的含量为 0.05～0.13%，在中质原油至特重原油中为 0.16～0.30%，这是由于生物降解和水洗作用影响，致使含硫量明显升高。轻质馏分低，轻原油−220℃的汽油和煤油含量一般为 5～12%，最多不超过 18%；相反，重质组分占的比重较大，高于 500℃的渣油馏分占 25～50%。中质油和重质油中轻馏分极少，−220℃的汽油和煤油含量仅为 0～2.1%，一般不高于 3%。

3. 原油的演化

原生原油受其地质条件的影响，发生裂解及生物降解作用，使原油性质产生较大变化，泌阳凹陷原油有两个演化方向：(1) 向轻质油演化；(2) 向重质油演化。

(1) 向轻质油演化　随着油层埋藏的加深，地层的温度和压力升高，原油受热裂解作用，原油的轻馏分增加，油气比升高，OEP 值接近于 1 (0.98～1.02)，原油的成熟度较高。双河油田西部江河地区核三段Ⅵ～Ⅸ油组油层埋深超过 1900～2000 米以上者，其轻质馏分含量就上升，−200℃馏分可占 14.8～26.4%，油气比也升高（占 27.1～36.9 立方米每吨），含蜡减少（22.67～26.09%），凝固点降低（25～32℃），总体荧光光谱向短波方向发生位移。另外，泌阳凹陷中部的泌 114 井 2573～2584.8 米的油层，8 毫米油嘴自喷，日产油 45.1 吨，日产气每吨 2463 立方米，油气比较高为 55 立方米／吨。

(2) 向重质油演化　泌阳凹陷北部斜坡带在凹陷发展的晚期抬升明显，随之油藏埋深变浅，甚至局部暴露地表，油层温度和压力下降，加之地下水交潜活动的影响加强，有利于细菌的繁衍，加速石油降解氧化作用和水洗作用，逐步演化为重质油，含硫量升高（可达 0.15～0.30%），胶质、沥青质含量也升高（25.80～42.51%），轻质馏分减少（−200℃的占 0～2.7%），含蜡量降低（2.63～14.74%），凝固点也下降（5～17℃），因而相对密度增大 (0.9062～0.9753)，粘度升高（50℃时为 167.67～8582.63 毫帕秒）。

生物降解作用是微生物（喜氧的及厌氧的细菌）有选择的消耗某些类型的烃，因而改变了原油的成分。消耗烃的大体顺序是：正构烷烃（正−C_{25} 以下）、异戊间二烯烷烃、低环的环烷烃和芳香烃。南襄盆地的轻原油以含蜡量高、凝固点高为特点，但受到生物降解的原油含蜡量却降低，凝固点也降低，主要是因为石蜡的碳数范围在 C_{21}～C_{36} 之间，以 C_{23}～C_{26} 为主，在受到生物降解以后，正−C_{25} 以下的正构烷烃被细菌消耗了，因而降低了原油中的含蜡量，含蜡的降低导致凝固点的下降。

由于原油的演化形成了泌阳凹陷原油分布的三个带：降解氧化稠油带；高蜡低成熟原油带；低蜡成熟原油带。三个带的平面分布和埋深均有差异。降解氧化稠油带主要分布于凹陷北部斜坡带的浅油层中，埋深 120～1200 米。高蜡低成熟原油带分布于北部斜坡带与深凹陷之间的过渡带，埋藏较深，一般 1200～2000 米。低蜡成熟油气带则分布于深凹陷区，埋藏深，一般 2000 米以下。

二、天然气的性质

南襄盆地目前发现的天然气主要分布在泌阳和南阳这两个勘探程度较高的凹陷中，下二门油田和古城油田发现了天然气层，双河、井楼、魏岗等油田均为原油溶解气，井楼油田的

天然气以气顶的形式产出，南阳凹陷北部斜坡上的金1井见到含天然气水层。天然气产出层位于下第三系廖庄组、核桃园组的核一段、核二段和核三上段。下二门和古城两个油田纯气层的分布面积共1.63平方千米。

1. 天然气的纵向分带

天然气在纵向上随着埋藏深度的不同，大体可分三个带：(1) 浅层降解氧化干气带；(2) 低成熟油田气带；(3) 成熟油田气带。

(1) 降解氧化干气带　以中质原油油环上的气顶居多，少数为纯气层，主要见于泌阳凹陷下二门油田的浅层，埋深600～1300米。井楼油田的重质油中也发现少量这种气，埋深200～400米。这种气的成分具有“三低一高”的特点：重烃含量低（占0.12～4.75%），氮含量低（0.12～1%），天然气的相对密度小（0.5615～0.5639），甲烷含量高（95.14～99.6%），属典型的“干气”。

(2) 低成熟油田气带　埋深1300～2200米，主要以溶解气赋存于油藏中。气的成分具有“三高一低”的特点：重烃含量高（占31.73～53.90%），氮的含量较高（占2～9%），天然气的相对密度大（0.8035～1.1369）；甲烷的含量较低（41.36～57.76%），是典型的低成熟油田气。

(3) 成熟油田气带　油层埋深2200米以下的天然气，重烃含量明显下降（占34%），甲烷含量则相应增长（占66%），主要原因埋深增大，地温升高，重烃易裂解，产生更多的轻烃，常与低蜡成熟原油带伴生，称为“成熟油田气带”。

2. 天然气的含汞量分布

泌阳凹陷于1981年进行过以找油气为目的的地面土壤吸附汞含量路线检测，同时对各油田的天然气进行了含汞量测定。各油田天然气中含汞量的分布规律简述如下：

①天然气含汞量的分布与油气圈闭部位有关。在构造圈闭中，一般构造顶部的天然气含汞量高，为300～500毫克／立方米，翼部的天然气含汞量降低，至油水边界处的天然气含汞量一般低于100毫克／立方米。在岩性上倾尖灭油藏中，一般是上倾尖灭端的天然气含汞量高，可达500毫克／立方米左右，下倾部位及油水边界处含汞量降低。

② 天然气的含汞量与油层埋深（或地温增高）及含油圈闭的封闭条件有密切关系。在封闭条件好的高压产油层中，天然气含汞量可高达1000～5000毫克／立方米。一般情况是天然气随着埋深的增大和油藏封闭条件的变好含汞量增大（表4–26）。

表4–26　油藏埋深、封闭条件与含汞量对比表

油田		埋深 (m)	盖层条件	油藏封闭条件	天然气含汞量 (mg／m³)
下二门油田		800～1300	泥岩盖层累计厚度300～500m	背斜构造、层状油藏，有七条断层切断油层	核二段：53 核三段：146
双河镇油田	东区	1300～1700	泥岩盖层累计厚度600～1000m	鼻状构造及岩性油藏，有九条断层切断油层	核三段Ⅰ～Ⅳ油组：351
	西区	大于1700	泥岩盖层累计厚度1100～1400m	单斜构造背景上的岩性上倾尖灭油藏，两条小断层切过油藏边部	核三段Ⅴ～Ⅸ油组：684

3. 下二门油田浅气藏

据 G.D.霍伯森（Hobson）的资料，气态烃在纯水中的溶解数值能达到 24.4～62.4 克每百万克水，与气体成分有关，其中甲烷的溶解度最低，为 24.4 克每百万克水，异丁烷次低，为 48.9 克每百万克水，其它都在 60 克每百万克水以上，说明在浅气藏的形成中，甲烷较难以被地下水溶解而携走。另外，烃类气体的溶解度随地温增高而增大、随水中无机组分的含量增加而降低。下二门油田廖庄组、核一段及核二段顶部油气层埋藏浅（600～1300 米）、地温低，又处于凹陷边缘主要大气层降水补给区，地层水中矿化度较低（0.5～1 克／升）。这种地层水有利于气态烃的溶解，加之乙烷、丙烷、丁烷的溶解度远大于甲烷，从而加速了它们的生物降解和水洗作用，使甲烷相对地富集起来（下二门浅气层甲烷占 95～99%），逐步形成以甲烷气体为主要成分的气藏。

西利威尔曼（Silvermann，1965）提出原生油藏通过断裂运移产生次生气藏，由原生油藏的单相流体到次生油气藏的两相流体是通过分离运移作用而形成。断裂作用造成压力释放使单相流体系统首先转化成两相系统，首先流动的是气相，产生气相与液相分离，液相留在气相后边。当气相运移到较浅的位置时，降低了压力和温度，由于返凝作用，又可以使气相回返到两相聚集状态，这个过程的连续发生，断层的上倾方向便可依次产生含较轻烃的圈闭。下二门背斜构造北断块高点浅层油气藏，正是分离—运移作用的结果（图 4–65），它是通过①号断层，由南面的原生油藏的油气向上运移而形成。廖庄组沉积末至上第三系沉积前的构造运动，使下二门构造产生了包括①号断层在内的一系列正断层，断裂的形成为原生油藏的压力释放创造了条件，使①号断层南面的单相流体（油相）在浅层转化两相系统，气先向北高点运移，液相随后，加之气相的返凝作用，使运移的沿途形成了两个底部具有油环、上部为气顶的油气藏，更浅的部位则是最易流动的气态烃占据，形成纯气藏。泌阳凹陷的深凹陷区核二段下部泥页岩仅达到低成熟生油岩标准，下二门油田浅层油气藏的层位是核二段顶部、核一段及廖庄组，成熟门限深度以上，主要是沿断层上移的次生油气藏。

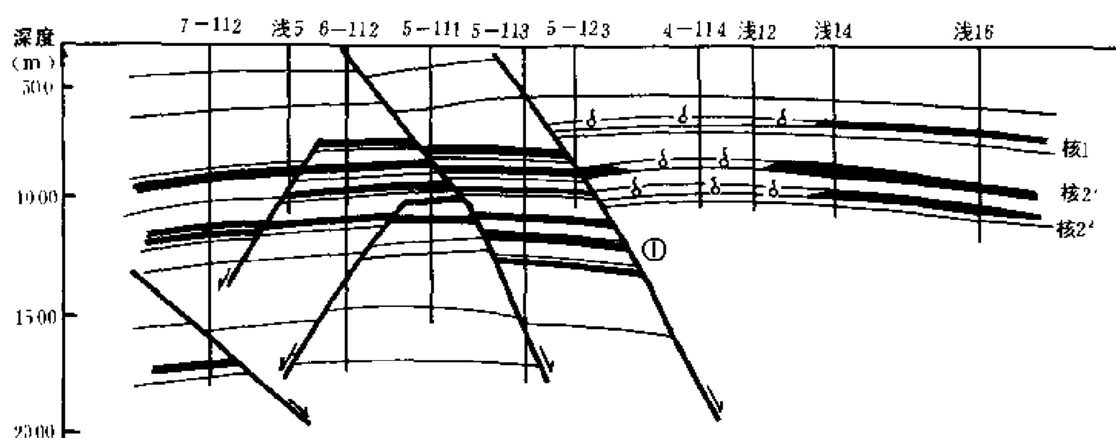


图 4–65　下二门油田油藏剖面示意图

三、油田水地球化学特征及与油气的关系

南襄盆地的油田水做过较多测试、分析和综合研究，矿化度低是显著特点，而且化学成

分复杂，元素含量变化大，与我国陆上其它油田水相似。

1. 油田水地球化学特征

以下重点描述油田水的盐分通性、微量元素分布、有机组分特征和水的类型。

(1) 油田水的盐分通性　南襄盆地油田水为低—中矿化度，变化范围自 0.55～45.33 克每升，各离子含量变化如下：

①阳离子组合基本保持 $Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$ 的关系。它们的含量随矿化度的升高而增长，其中钠离子尤为突出。钠离子含量与矿化度（$\sum$）的统计线性关系显著，其回归方程为：

$$\lg(Na^+ + K^+) = -0.645 + 1.045\lg\sum$$

相关系数为　$\gamma = 0.9979$

②阴离子组合变化趋势是，随矿化度升高，氯离子含量逐渐富集，并超越碳酸根和硫酸根离子而跃居首位。

③油田水脱硫系数（$SO_4^{2-} \times 100 / Cl^-$）变化较大（2.5～1319）。这个系数并不反映它与脱硫作用的密切关系，油藏附近的油田水也未发现硫化氢存在。

泌阳凹陷下二门油田水矿化度低，一般值为 1.01～1.35 克每升，最低为 0.55 克每升，已接近地表淡水的矿化度值。低矿化度油田水与地表水主要从离子组合特征及 pH 值的差别加以区分，主要区别如表 4-27。

表 4-27　低矿化度油田水与地表淡水对比表

水样	数值	离子含量（mg／L）							矿化度 (g/L)	pH 值	水样数
		$Na^+ + K^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	CO_3^{2-}			
地表淡水	最大	47	69	21	87	67	289	0	0.49	7.48	11
	最小	5	22	5	8	7	87	0	0.15	6.1	
	一般	13～25	26～43	7～12	13～20	9～23	106～178	0	0.17～0.28	6.6	
低矿化油田水	最大	639	17	7	68	675	1086	81	1.85	9.5	10
	最小	169	3	1	26	29	143	0	0.55	7.3	
	一般	313～410	8～14	2～4	44～61	239～531	174～816	19～31	1.01～1.35	7.8～8.9	

a、矿化度：低矿化度油田水一般大于 0.55 克每升，地表淡水一般小于 0.55 克每升；

b、pH 值：低矿化度油田水一般大于 7，呈弱碱性，地表淡水一般小于 7，呈弱酸性；

c、离子组合：按含量排列，低矿化度油田水的阳离子组合为 $Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$，地表淡水则为 $Ca^{2+} > Na^+ > Mg^{2+}$；阴离子组合也有差异，低矿化度油田水 $HCO_3^- > SO_4^{2-} > Cl^-$，

地表淡水为$HCO_3^- > Cl^- > SO_4^{2-}$。

(2) 微量元素分布 泌阳凹陷和南阳凹陷油田水均做过微量元素I、Br、B的分析。1984年开始对泌阳凹陷油田水中Cu、Ni、Mn、Fe、Li等五种元素进行了分析，分析样品194个。

南阳凹陷油田水中I、Br、B的含量普遍高于泌阳凹陷，尤其I、Br的含量一般高于泌阳凹陷2~4倍（表4-28）。泌阳凹陷中部白云岩分布区地层水中I、Br、B的含量高于凹陷其它油田。紧邻凹陷东部边缘，靠近主要供水区的下二门油田I、Br、B的含量偏低，甚至不能测出。凹陷西部边缘的井楼油田也属低含量带。I、Br、B的含量一般随着油田水的矿化度升高而富集。因此，同一层位处于凹陷中心部位的油田含量高，如南阳凹陷的东庄、魏岗油田和泌阳凹陷的安棚油田含量高。纵向上一般埋藏深、封闭条件好的较老层位含量高。

表4-28 I、Br、B的含量分布表

凹陷	油田或区域	微量元素含量（mg/L）		
		I	Br	B
南阳凹陷	周庄	7~22	2~5	32~63
	张店	22~39	6~21	67~98
	金华	14~22	25~49	39~49
	东庄	31~55	16	74~141
	魏岗	23~38	4~44	63~159
泌阳凹陷	下二门	0~9	0	27~86
	王集	0~10	0	17~96
	井楼	0~3	0.3~1	4~40
	双河	0~11	0~16	13~124
	赵凹	1~3	0~5	33~81
	安棚及白云岩区	2~17	4~44	6~314

Ni、Cu、Mn、Fe、Li等元素在油田水中的分布具有以下几个特点：

1）油田水中含Ni、Cu、Mn、Fe、Li，但含量远低于石油中的含量（表4-29），尤其是Ni、Cu元素主要来源于石油。

2）油田水中Ni、Cu、Li含量的升高与矿化度的增大相应。在纵向上油田水含水层位由新而老（核一段~核三段）矿化度升高，其中Ni、Cu、Li的含量也升高；在横向上处于泌阳凹陷中心部位的油田水矿化度较高，如赵凹油田、安棚油田中油田水的矿化度一般高于12克每升，这里油田水的Ni、Cu、Li的含量都比其它油田高。Li和K、Na为同族元素，化学性质相近。初步统计表明，Li在油田水中的富集特点也和K、Na十分相似，即它的含量升高与矿化度的增大有较好的相关性，相关系数可达0.97。矿化度由0.55克每升升高到

24 克每升，Li 的含量也相应由 0.02 毫克每升上升到 6.5 毫克每升。Li 在白云岩发育区的高矿化度碱水中最富集，如云 1 井核二段 1300～1320 米的碱水（矿化度 145.429 克每升）中含 Li 量高达 16.02 毫克每升。在这种碱水中 K 和 Na 也高度富集，总含量高达 50.93 克每升，占总矿化度的 35%，说明 Li、K、Na 有同步富集的规律。

3）五种元素相比，Fe 在油田水中的含量最高，变化在 0.04～56.5 毫克每升，最高可达 63.2 毫克每升。Mn 和 Li 的含量排在 Fe 之后，居第二或第三位。当油田水矿化度不太高时，Mn 的含量大于 Li，反之，高矿化度的油田水中 Li 的含量大于 Mn。

表 4-29　微量元素分布特征表

样品分布			微量元素含量（mg / L）					比值	
			Ni	Cu	Mg	Fe	Li	Ni / Cu	Mn / Fe
原油			5.55	0.54	0.48	18.7	2.00	10.28	0.03
油田水			0.05	0.04	0.29	8.70	1.22	1.25	0.03
层位	核一段	代表值	0.01	0.02	0.12	5.16	0.07	0.50	0.02
		范围值	0.00～0.02	0.01～0.03	0.05～0.18	2.60～7.72	0.03～0.11		
	核二段	代表值	0.02	0.03	0.38	12.18	0.14	0.67	0.03
		范围值	0.00～0.05	0.00～0.09	0.03～1.38	0.08～56.5	0.06～0.36		
	核三段	代表值	0.05	0.05	0.39	5.59	1.95	1.00	0.07
		范围值	0.01～0.35	0.00～1.68	0.02～5.90	0.04～63.2	0.06～25.71		
油田	双河		0.03	0.03	0.60	9.75	0.82	1.00	0.06
	赵凹—安棚		0.08	0.07	0.27	2.63	3.47	1.14	0.10
	下二门		0.01	0.01	0.09	1.75	0.20	1.00	0.05
	王集		0.04	0.01	0.06	2.12	0.37	4.00	0.02

（3）有机组分的特征　泌阳凹陷油田水中大多数含有微量苯、酚，最高含量分别为 0.032 毫克每升和 4 毫克每升。苯、酚含量与油田水矿化度对比，有一定的相关性，尤其苯更为明显，相关系数为 0.7343。在矿化度低于 2 克每升的油田水中未检出苯、酚的含量。

魏岗、双河和下二门三个油田 119 个水样的苯系物，与 12 个井层的原油样品对比分析，认为苯系物的分布有如下特征：

1）所测水样均含有苯、甲苯，其含量由 0.001～10 毫克每升不等，其中地表水井样品中也发现含苯和甲苯，但因含量甚微，只能定性分析。苯和甲苯的含量在油田水、非油田地层水和地表水中不同，按含量由多而少的序列是：

油田水 > 非油田地层水 > 地表水。

2）据甲苯与苯的比值可以判别是油田水、非油田地层水，或地表水。一般油田水中的比值大于 1，非油田地层水中小于 1，地表水中因苯系物含量极微，无法求比值。

苯系物的分析表明：油田水中二甲苯含量很高，同时含少量低级烷烃；非油田地层水中二甲苯含量明显降低，低级烷烃微量；地表水中含微量二甲苯，不含低级烷烃。

12 个井的原油浸泡水 CS_2 萃取液和原油 CS_2 稀释液分析发现，甲苯的含量普遍高于苯的含量，甲苯与苯的含量比均大于 1，变化在 1.23～25.8 之间。这是由于原油中的苯系物向油田水中扩散转移结果。根据双河、下二门、赵凹和张店等四个油田 16 个井的油田水取样分析，甲苯与苯的含量比也大于 1，变化在 1.13～5.03 之间。对纯水层、水淹层及酸化求产之下层所取七个水样分析，甲苯与苯的含量比均小于 1，变化在 0.201～0.693 之间。

(4) 油田水的类型　先后用三种分类法对南襄盆地油田水进行过分类。三种分类法是：B.A.苏林分类；阴、阳离子含量组合分类；阴离子含量阶乘排列分类。

对各油田的水样分析成果都进行了苏林分类，标出水型、水组和亚组。

自 1977 年开始，油田水样分析成果除了标注苏林分类的水型外，增加了阴、阳离子含量组合分类的水型。含量最高的阴离子排在首位，含量次高的排在第二位，含量最高的阳离子排在第三位，如 $Cl^-—HCO_3^-—Na^+$，$Cl^-—SO_4^{2-}—Na^+$等。

对泌阳凹陷油田水运用苏林分类法分类结果几乎全属 $NaHCO_3$ 型水，同时各油田水中阳离子含量基本保持 $Na^+ > Ca^{2+} > Mg^{2+}$的关系。根据各阴离子含量进行阶乘排列分类，为了便于划分水文地质区（带），将泌阳凹陷中、低矿化度油田水划分为 4 类 12 型（表 4-30、图 4-66），其中氯离子含量最高，即占据首位的三种水型归为 A 类水，占据次位的三种水型归为 B 类，其余类推定为 C 类及 D 类。这种分类反映了泌阳凹陷油田水在纵横向上的连续性演化，有利于水文地质区（带）的划分和含油气远景评价。

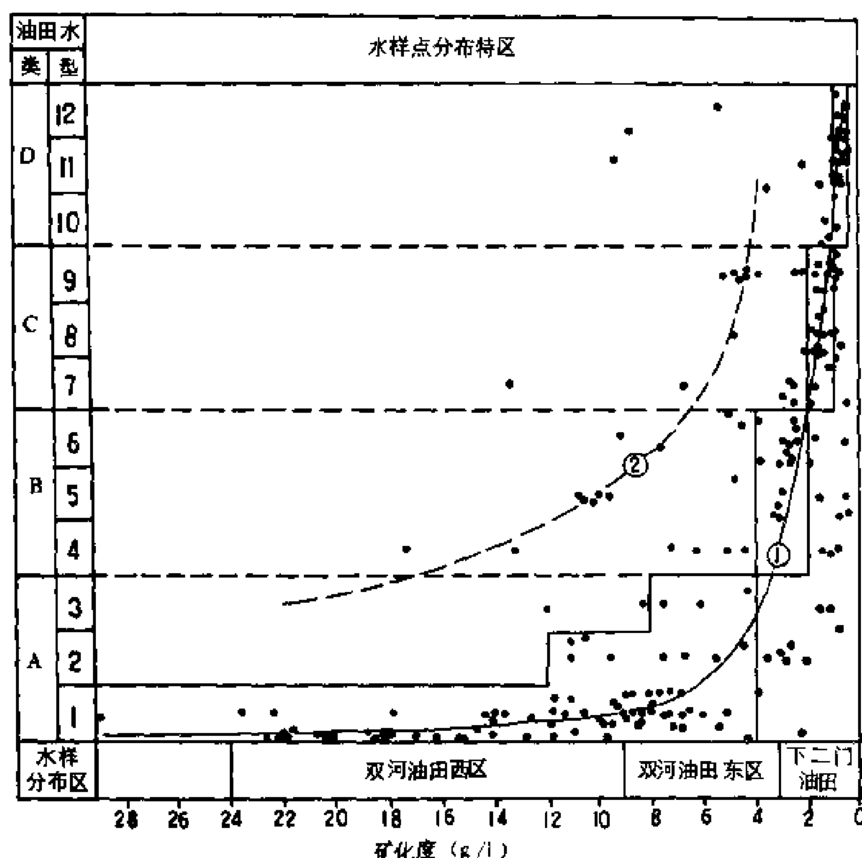


图 4-66　泌阳凹陷油田水类型与矿化度关系曲线图

①—油田水类型变化主流线（油田区）；②—油田水类型变化支流线（非油田区）

表 4-30　泌阳凹陷油田水分类表

类型		阴离子含量排列	Na^++K^+含量 (mg／L)	矿化度 (g／L)	$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}+HCO_3^-+CO_3^{2-}}$	$Na^+／Cl^-$	微量元素含量 (mg／L)
D	12	HCO_3–CO_3^{2-}–SO_4^{2-}	150～300	0.5～1	0.053～0.64	1.9～20	硼: 27～45 碘: 0.4～4
	11	HCO_3^-–SO_4^{2-}–CO_3^{2-}					
	10	SO_4^{2-}–HCO_3^-–CO_3^{2-}					
C	9	SO_4^{2-}–HCO_3–Cl^-	300～650	1～2			
	8	HCO_3^-–SO_4^{2-}–Cl^-C					
	7	HCO_3^-–CO_3^{2-}–Cl^-					
B	6	HCO_3^-–Cl^-–CO_3^{2-}	650～1300	2～4			
	5	HCO_3^-–Cl^-–SO_4^{2-}					
	4	SO_4^{2-}–Cl^-–HCO_3^-					
A	3	Cl^-–HCO_3–CO_3^{2}	1300～10000	4～29	0.659～4.038	1.05～2.4	硼: 61～124 碘: 4～7
	2	Cl^-–HCO_3^-–SO_4^{2-}					
	1	Cl^-–SO_4^{2-}–HCO_3^-					

2. 水文地质分区（带）、演化及与油气的关系

(1) 水文地质分区（带）　含油气盆地的发展史控制着储集层的埋藏深度和分布，形成与油气藏相联系的水文地质区（带）。据泌阳凹陷油田水地球化学特征，可将凹陷区划分为交替活跃、交替缓慢和交替阻滞三个水文地质区（带）（图 4-67）。

1）交替活跃区（带）：此区（带）与地表水即大气降水联系密切。部分含水层暴露于地表，接受大气降水的补给；其余部分紧邻供水区，间接受大气降水影响。水的矿化度低，一般 0.5～2 克每升，钠离子含量 150～650 毫克每升，氯离子含量在 220 毫克每升以下。水化学类型以 C、D 类为主，其中以 C–8、C–9、D–11 和 D–12 最为常见。$Na^++K^+／Cl^-$值较大，在 6～20 之间。不含或微含碘、硼，苯、酚，含水层纵向埋深一般不超过 1200 米。

2）交替缓慢区（带）：此区（带）的交替作用缓慢，原沉积水受大气降水的冲淡作用减弱。水的矿化度一般为 2～4 克每升，钠离子含量 650～1300 毫克每升，氯离子含量一般为 220～600 毫克每升。水化学类型以 B 类为主，B–5、B–6 型常见。$Na^++K^+／Cl^-$值变小，为 1.9～8 之间。含微量碘、硼、苯和酚。含水层埋深 1200～1500 米，下伏于交替活跃带，平面上处于交替活跃带向深凹陷一侧。

3）交替阻滞区（带）：该区（带）的交替作用进一步减弱，不受大气降水的影响，矿化度升高，一般 4～29 克每升，钠离子含量一般 1300～9000 毫克每升以上。水化学类型以 A 类为主，A–1、A–2 型为常见水型。$Na^++K^+／Cl^-$值较小，在 1.05～2.4 之间。水中碘、溴、硼含量增多，均含苯、酚及其同系物。埋深在 1500 米以下，层位较老，多在核三段，

平面上占据整个深凹陷区。

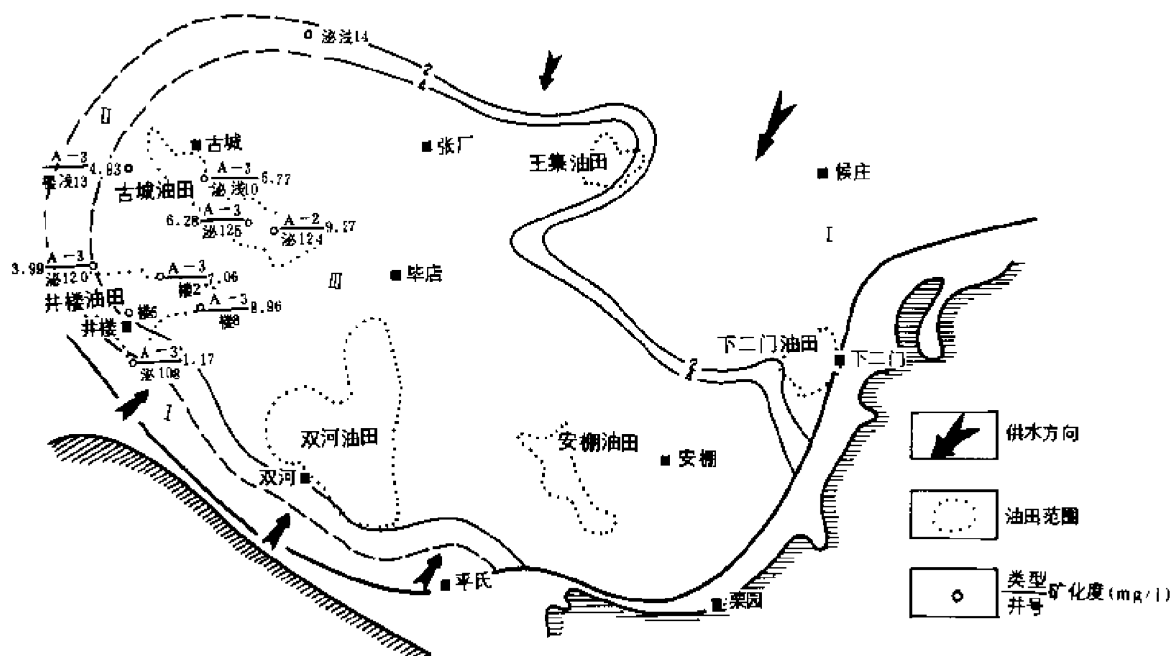


图 4–67 泌阳凹陷核三上段油田分布图

Ⅰ—交替活跃区；Ⅱ—交替缓慢区；Ⅲ—交替阻滞区

南阳凹陷地下水分析资料较少，据核二段矿化度等值线图分析（图 4–68），牛三门凹陷中心区和魏岗油田区核二段矿化度最高，可达 15～18 克每升，向凹陷的东部边缘矿化度逐渐降低到 5 克每升以下。再往东已是目的层暴露地表的唐河西大岗露头区，也是凹陷的主要供水补给区，南阳凹陷南部的红 9 井区，呈现一个矿化度低值区，推断是来自于南部断裂带另一个次要的供水补给区。

(2) 水化学演化　南襄盆地南阳、泌阳凹陷油田水文地质分区（带）及水化学演化有如下共同特征：

1）两个凹陷各具独立的油田水地质区划分系统和相配套的水化学类型系统。演化至现在这种状态，主要取决于各凹陷的沉积砂体分布和盆地发展后期的构造运动特点。南阳凹陷沉积时期，来自东北物源形成的张店—金华大型三角洲砂体；泌阳凹陷沉积时期，从东北方向伸进凹陷的侯庄三角洲砂体，都是两个凹陷中分布面积最大的砂体。盆地发展后期，由于两个凹陷北斜坡的急剧抬升，大砂体部分升至地表，长期遭受剥蚀，从而形成两个最大的大气降水补给区，使两凹陷东北部各存在一个范围广阔的水交替活跃带。这种活跃带对已形成的油藏将产生影响，如老油藏受到生物降解、水洗作用，演化为浅层降解氧化稠油带。

2）凹陷中心均为矿化度较高的水交替阻滞区，向凹陷边缘过渡为水交替缓慢区，再向外为水交替活跃区。呈环带状分布，但并不是对称型，形态受补给区的发育程度控制。

3）水化学类型由凹陷中心的单一 A 类为主，向凹陷边部逐渐过渡至 B 类为主，再向外演化至 C 类及 D 类的水型为主。

(3) 各水文地质区（带）与油、气的关系　泌阳凹陷各水文地质区（带）聚集了不同的油气资源量，油气藏内油气性质也不相同。泌阳凹陷各水文地质区内油气富集程度有较大差

异，且有不同油气性质的油气藏分布。探明的地质储量中有58%分布在水文地质交替阻滞区（表4-31）；36%分布在交替缓慢区；仅有6%在交替活跃区。这就说明，不同水文地质分区，水动力条件和水化学环境对油气藏的赋存产生影响。

图4-68 南阳凹陷核二段水矿化度等值线图

1—油田及含油构造；2—矿化度等值线（1/g）；3—$\frac{矿化度}{井号}$氯根；4—供水运动方向

表4-31 水文地质区与原油分布关系表

层位	油气储量百分比（%）			合计
	活跃区	缓慢区	阻滞区	
廖庄组—核二段	6	0.4		6.4
核三上段		32.7	27.3	59.6
核三下段		2.9	30.7	33.6
合计	6	36	58	100

以油藏中油气性质而论，在交替阻滞区内由于油气藏埋藏较深，油气成熟度较高，分布有大量低粘度原油，其油质轻、油气比高。

在交替阻滞区外缘的交替缓慢区内，由于埋藏变浅，地温降低，生物降解及水洗作用增强，原油性质发生改变，由轻原油向中质原油和重质原油演化。如井楼油田埋深500米以下的油层中为轻原油，500米以上，则为中质原油，更浅处为重质原油。

在交替活跃区一般只见到重质原油油藏。泌阳凹陷的新庄地区发现的稠油油藏就属这种类型。

泌阳凹陷交替阻滞区包括主要沉积深凹陷区、沉积盖层厚，断层不发育，水交替处于阻滞状态，油藏封闭条件好。阻滞区分布面积大，占凹陷面积的60%，区内包括了各种构造和岩性圈闭，是找轻原油和天然气藏主要地区；在阻滞区的外缘应寻找轻原油向稠油（重质油）过渡性质的油藏。交替缓慢区和交替活跃区的分布面积较小，主要分布于凹陷的北部斜坡带，属勘探重质油藏的地区。

第九节　泌阳、南阳凹陷油气评价[1]

一、油气评价的基本方法

泌阳、南阳凹陷的油气评价，主要做了以下几个方面的工作：①以地质研究工作为基础，系统整理和分析了两个凹陷历年来的钻井资料、地球物理及化验资料，并结合沉积相的研究和划分、生油及油藏形成条件研究，开展油气评价工作；②与石油工业部勘探开发科学研究院、武汉地质学院等单位开展科研协作，采用多种方法进行资源评价。泌阳凹陷主要采用了五种方法：氯仿沥青“A”法、热解摸拟生油量法、摸拟电算法、热解排油量法及排液量法。南阳凹陷主要用氯仿沥青“A”法及石油生成、运移和聚集量三者的数量配比等方法，以便综合各种方法的结果，尽量地做到合理选择油气远景资源量评价依据；③从1978年以来，随着勘探程度的加深、各种资料的增多和地质研究的不断深入，反复地进行油气评价和预测，使得该项研究工作与勘探形势紧密配合，本文所采用的各种数据，为最新成果。

虽然泌阳、南阳同属南襄盆地的生油凹陷，但它们的生油的丰度、干酪根类型及热演化程度均有较明显的差异（本章第四～五节），因此，油气评价分别以两个沉积凹陷为基本单元进行计算。

二、泌阳凹陷的油气评价及预测

油气资源预测主要使用体积生成法，但计算过程中可分两种情况；①氯仿沥青“A”法、热解摸拟法和摸拟电算法三种方法，先计算总生油量，然后乘以排、聚系数；②热解排油量法及排液法直接计算总排油量，然后只乘以聚集系数。各种方法的排油系数和聚集系数统一选取。

1. 总生油量计算

(1) 氯仿沥青“A”法计算残余生油量　根据国内、外生油专家的观点，认为生油岩生成的油大部分仍残留在生油岩中，成熟生油岩中的氯仿沥青“A”含量，基本可代替残余生油量，残余生油量与生油量的关系式：

$$生油量=\frac{残余生油量}{1-K}$$

[1] 参阅南襄盆地油气资源评价报告（1985）。

K—为排油系数，见本节（3）。

式中生油量的值与残余生油量成正比，残余生油量的计算公式：

残余生油量－成熟生油岩体积×氯仿沥青“A”含量×岩石密度

式中　岩石密度：$23\times10^{8}t/km^{3}$

为了更准确地计算出残余生油量，根据成熟生油岩厚度与氯仿沥青“A”含量变化情况，我们采用了分层划块的方法和蒙特卡洛法两种方法。

1）分层划块计算残余生油量：对主要生油层核三上段和核三下段，分层段编制成熟生油岩等厚图和氯仿沥青“A”等值线图，二者叠合（图4–69）（图4–70），分块计算体积、氯仿沥青“A”值（残余生油量），然后相加。对次要的生油层核二段及大仓房组根据成熟生油岩等厚图计算体积，氯仿沥青“A”取平均值，计算结果见表4–32。

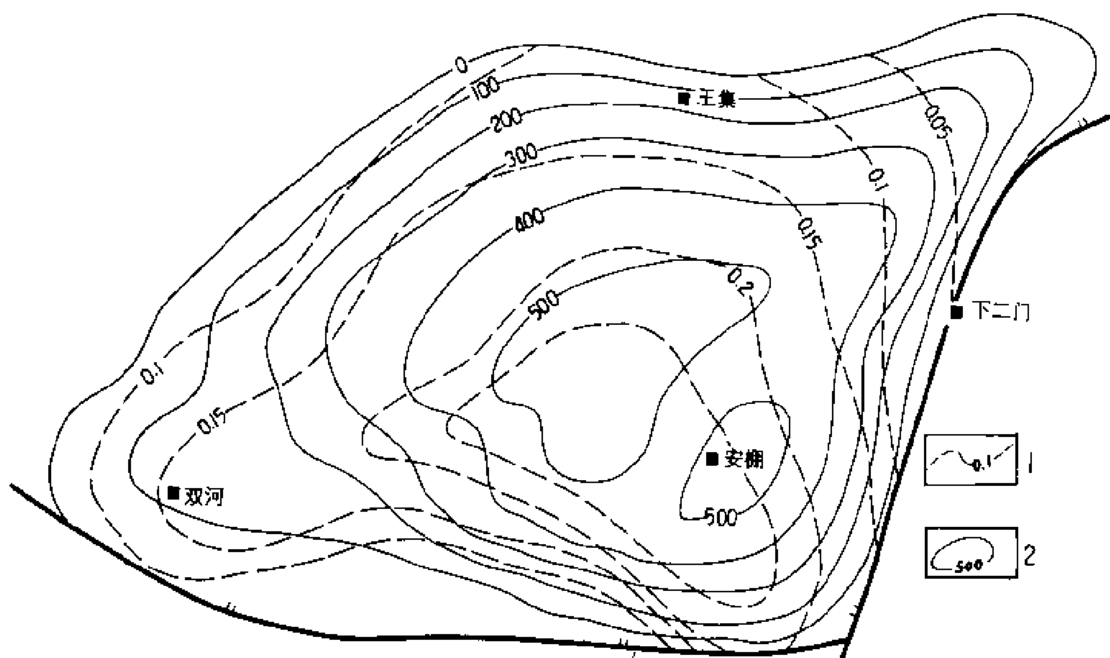


图4–69　泌阳凹陷核三上段成熟生油岩等厚线和氯仿沥青“A”等值线叠合图

1　氯仿沥青“A”等值线（%）；2—成熟生油岩等厚线（m）

表4–32　泌阳凹陷下第三系成熟生油岩残余生油量数据表

层段		面积 (km^2)	体积 (km^3)	“A” (%)	残余生油量 (10^8t)	生油量 (10^8t)
核桃园组	核二段	138	20	0.1562	0.72	0.90
	核三上段	320	84	0.09～0.37	5.03	7.19
	核三下段	374	123	0.075～0.244	5.12	7.31
	小计	404	227		10.87	15.4
大仓房组		395	59	0.1270	1.73	2.16
合计		404	286		12.6	17.56

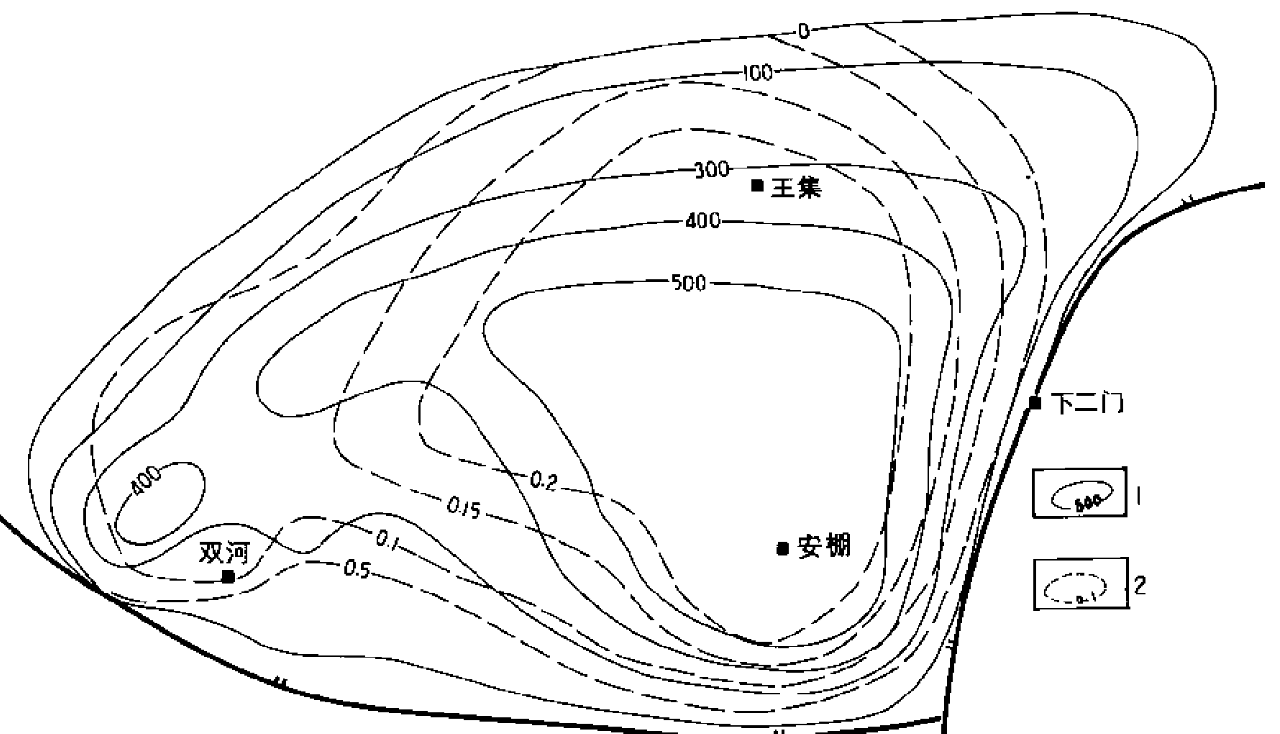


图 4-70　泌阳凹陷核三下段成熟生油岩等厚线和氯仿沥青"A"等值线叠合图

1　成熟生油岩等厚线（m）；2—氯仿沥青"A"等值线（%）

2）蒙特卡洛法计算残余生油量：蒙特卡洛（Monte Corlo）法，通常称为经验模拟法，必须通过大量实测资料统计，使得参与计算的各主要参数变化与确定的概率分布相关。该方法适用于勘探程度较高的泌阳凹陷，主要步骤及计算结果如下：

Ⅰ、模拟运算步骤：

a、建立数学模型—氯仿沥青"A"法常用的公式：

$$Q_1 = S \cdot H \cdot D \cdot A$$
$$Q_2 - Q_1 \times \alpha$$
$$Q_3 = Q_2 \times k$$

式中 Q_1——残留于生油岩中的烃的重量，10^8t；

Q_2——初次运移量，10^8t；

Q_3——聚积量或远景地质储量，10^8t；

S——成熟生油岩分布面积，km^2；

H——成熟生油岩厚度，km；

D——生油岩密度，$10^8 t / km^3$；

A——成熟生油岩残余沥青"A"含量，%；

α——排烃系数；

k——聚积系数。

b、确定输入参数分布概型及抽样公式

由于输入的参数、成熟生油岩有效厚度、相应的氯仿沥青"A"的含量变化为对数正态分布，因此随机变量的密度函数为：

$$F(x) - \int_{-\infty}^{x} P(x) d_x$$

计算公式：

$$a \approx \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} x_i$$

$$\sigma \approx s = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} x_i - \bar{x}^2} \qquad \text{(N为打印点数)}$$

式中 a、σ 为随机变量的数学期望（可采用样本平均值近似代替）和均方差。

对于服从正态分布的随机变量和进行正态摸拟的随机变量可由$\bar{x}$、s，用下式把生成的正态分布随机数插入样品分布区间确定为：$x = \bar{x} + S \times NN$

由概率理论：随机数在以 a 为中心，2σ 为半径的对数区间上，累计概率为 95.45%，而落在以长为 3σ 的对数区间上的累计概率为 99.97%，因此，可以 a、σ 定临界值，由上式随机抽取样本值。

c、随机数的产生

由于用数学方法产生的伪随机数具有速度快、占内存少和便于检查等优点，所以是最常用的方法。

产生（0～1）区间上均匀分布的随机数，计算式如下：

$$x_{n+1} - \alpha x_n + \beta + M$$

$$N_m = x_{n+1} - \left[\frac{x_{n+1}}{M}\right] M$$

$$RN = N_m / M$$

式中 RN——区间（0～1）均匀分布随机数；

M、α——模和乘子，取 $M = 2^{19} = 524288$，$\alpha - 5^5 = 3125$；

β——增量取整奇数 11；

x——初值，取为 19。

用这种方法产生的随机数序列的周期等于 52 万多，数量上已能满足要求。

实际应用中，我们用下述公式把产生的正态分布的随机转换成标准正态分布的随机数：

$$RM = \sum_{i=1}^{0} RN_i$$

$$NN = RM - 5$$

式中 RN——区间（0～1）均匀分布随机数；

RM——正态分布随机数；

NN——标准正态分布随机数；

d、摸拟计算：应用计算机进行计算。

Ⅱ、完成编制所需的基本图件五张：

a、成熟生油岩有效厚度分布概型图（62 口井资料）；

b、成熟生油岩氯仿沥青"A"分布概型图（81 口井资料、452 个数据）；

c、排烃曲线（K＝20%、K＝30%）；

d、生油量置信曲线和风险曲线；

e、远景地质储量分布曲线（a－8%、a＝12%）。

Ⅲ、输入参数分布概型图，根据上述图件输入数据（表 4-33）。

表 4-33　泌阳凹陷输入数据表

$N=30$	$L=3500$	$D=23$	$S_m=450$	$S_n=15$
$A_1=0.75$	$A_2=0.03$	$A_3=0.135$	$A_4=0.1538$	$AA=2$
$H_1=1.20$	$H_2=0.0$	$H_3=0.45$	$H_4=0.1875$	$A_H=3$
$K_1=0.20$	$K_2=0.30$	$\alpha_1=0.08$	$\alpha_2=0.12$	

表中:

K——排烃系数;

D——生油岩密度，$23\times10^{8}t/km^{3}$;

α——聚积系数;

N——打印点数;

L——对比次数;

S_m——成熟门限截面生油岩分布面积，km^2;

A_i——沥青含量值，%;

H_i——成熟生油岩厚度值，km;

S_n——生油岩底界的分布面积，km^2。

成熟生油岩面积也是以变量的形式，于1700米深处的横截面为最大分布面积。

Ⅳ、计算结果

将计算机计算结果整理成泌阳凹陷生油量分布的置信线和风险曲线的关系（图4—71）及排烃曲线和资源预测曲线（图4—72）。

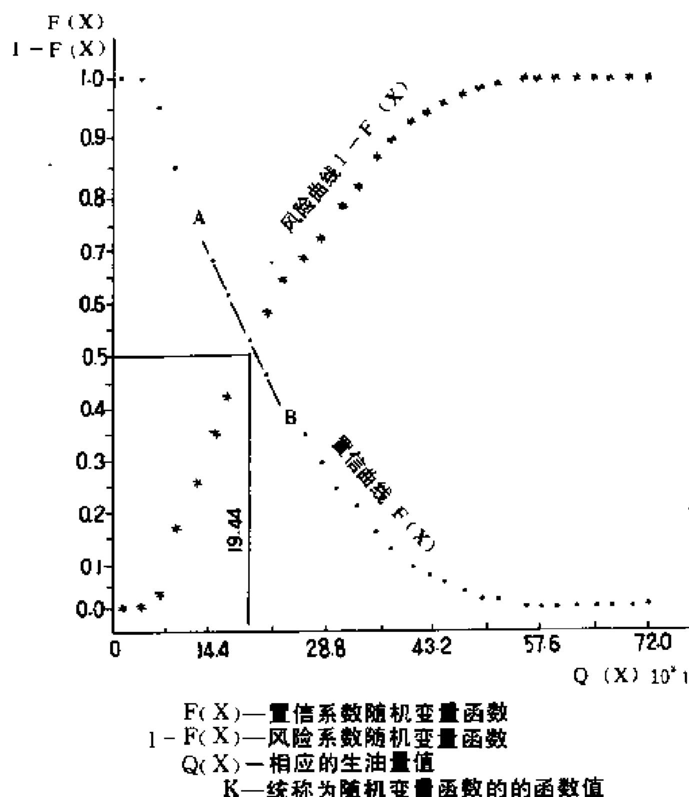


图4—71 泌阳凹陷生油量置信曲线和风险曲线

根据（图4—71）泌阳凹陷生油量的下限值3.95亿吨，上限51.60亿吨，生油中值为19.44亿吨。图中AB段为一条直线，斜率为−0.029，相关系数为−0.9995，即随生油量数值的增加其概率分布呈线性减小，因此，把AB区间储量值分布视为泌阳凹陷生油量的区间估值，为11.58～23.15亿吨，置信水平0.35，置信系数：0.73～0.38。

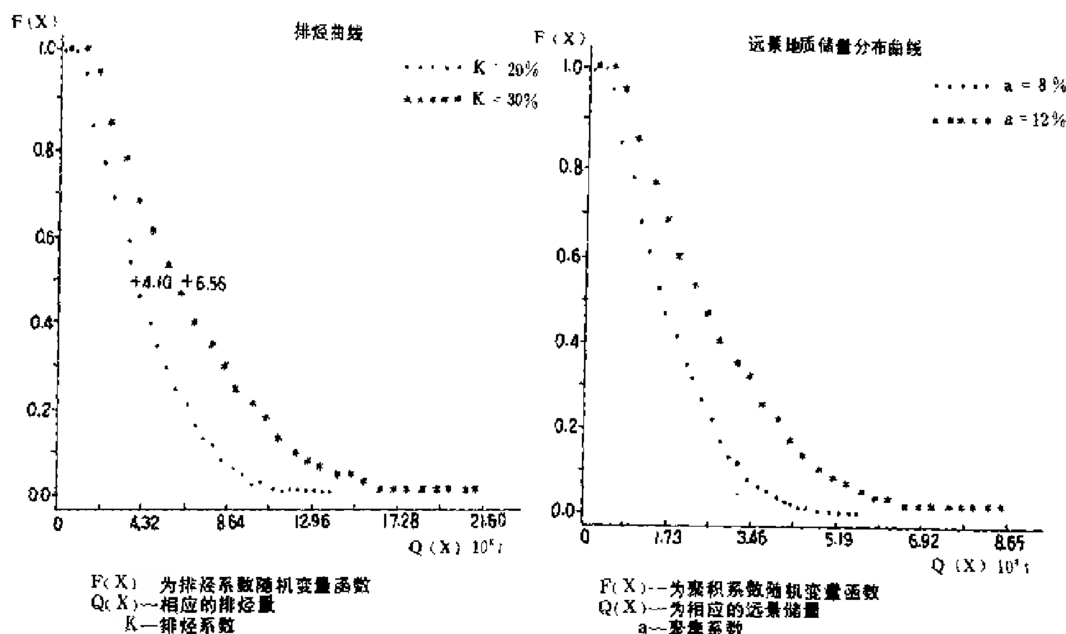


图 4-72 泌阳凹陷排烃曲线及资源预测图

(2) 生油岩人工热解摸拟试验计算生油量　根据干酪根热降解生油机理：沉积岩的有机质随着上覆沉积厚度增加，温度也逐渐升高，经历漫长的地质历史时期生成油气，根据康南提出的温度和时间可以互补的原则，提高摸拟温度来补偿时间的作用。我们采用Ⅰ型热解仪(Rockeval)，在氮气流的保护下，摸拟原始有机母质随埋深和温度增加，以实现油气生成的全过程，取得各类生油岩在各摸拟温度下的生烃量，基本方法：

1) 热解资料中，根据 I_H（氢指数）、I_O（氧指数）、S_2/S_3（类型系数）、C_P/C（降解率），可对生油岩进行分类，但其中 C_P/C（降解率）值直接反映了生油岩的有机质转化为烃类的能力（生油母质好或差），根据我国陆相生油岩有机质性质与 C_P/C（降解率）的关系，把母质分为五种类型：

Ⅰ类	C_P/C	＞55%
Ⅱ类	C_P/C	40～55%
Ⅲ类	C_P/C	25～40%
Ⅳ类	C_P/C	10～25%
Ⅴ类	C_P/C	＜10%

通过热解摸拟实验，取得泌阳凹陷各类未成熟生油岩一系列摸拟温度下的降解率，做出摸拟实验曲线。将单位重量的岩石某温度下的产烃量，以有机碳表示，根据烃类中平均有机碳含量 83%，因此，含烃量乘以 83%为烃类中的碳的含量，称为有效碳。该值与岩石中有机碳含量之比为降解率值，根据实验数据作成不同类型生油岩的累积降解曲线图（图 4-73）。

2) 通过实验所测的摸拟温度和古地温（或古埋深），建立两者之间的对应关系。根据（图 4-73）泌阳凹陷五条降解率曲线，均反映了五种生油岩降解率在一定的温度范围明显上升，相应的温度为 350～360℃阶段，相当成熟门限深度的生油岩最高热解温度，与法国石油研究所确定的门限深度生油岩最高热解温度 Tmax＝435℃，基本接近。

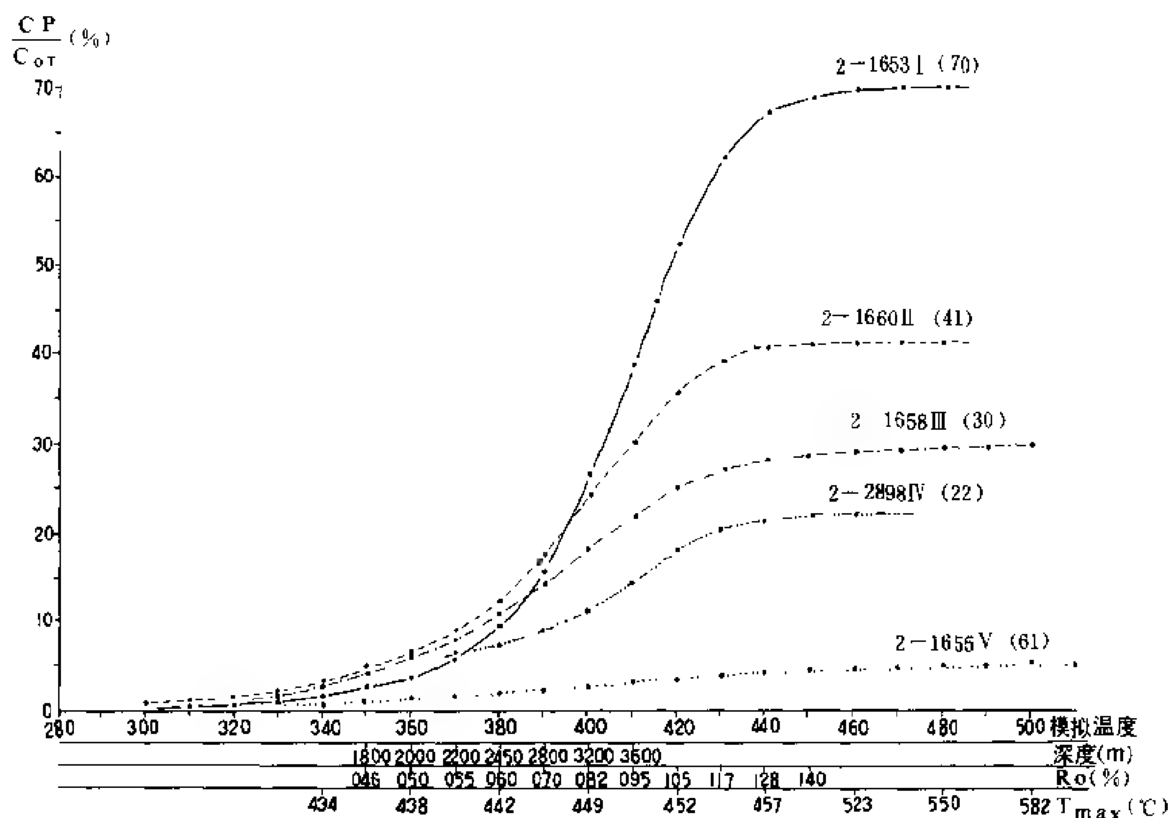


图4-73 不同类型生油岩的累积降解率曲线

3）建立所测定的残余有机碳恢复原始有机碳的系数图版，关系式为：

$$恢复系数 = C_{原} / C_{残}$$

$$C_{残} = C_{原} - C_{原} \times 降解率$$

式中 未成熟生油岩的有机碳含量以原始有机碳含量表示

主要步骤为：通过实验先求出各摸拟温度下的恢复系数，将摸拟温度确定与反射率的关系以建立恢复系数与埋深的关系（图4-74），则可恢复不同深度成熟生油岩的原始有机碳。

4）编好其它有关的图件。由于厚度较大的生油层上、下部产烃率相差较大，降解率为一曲线，不能简单取中值或平均值，需要分段计算。泌阳凹陷最厚的生油岩达1000米以上，按100米分段，以不同埋深和降解率计算生油量，编制生油岩的古埋深图（对剥蚀和断层厚度已恢复），对较薄的生油层则以层的中部埋深作等埋深图。其它基础图件还有：不同类型生油岩的瞬时降解率曲线图、岩样摸拟温度与R_o（镜质体反射率）的关系曲线图、R_o（镜质体反射率）与埋深关系图、干酪根元素随温度升高的变化曲线、原始有机碳等值图、生油岩等厚图及泌阳凹陷生烃量等值图（图4-75）。

5）计算每一点单位体积生油岩生油量

$$计算公式：q = C_o \times (C_p / 0.83C) \times M \times D$$

式中 C_o——原始有机碳，%；

C_p / C——降解率，%；

0.83——烃类含有机碳的平均值；

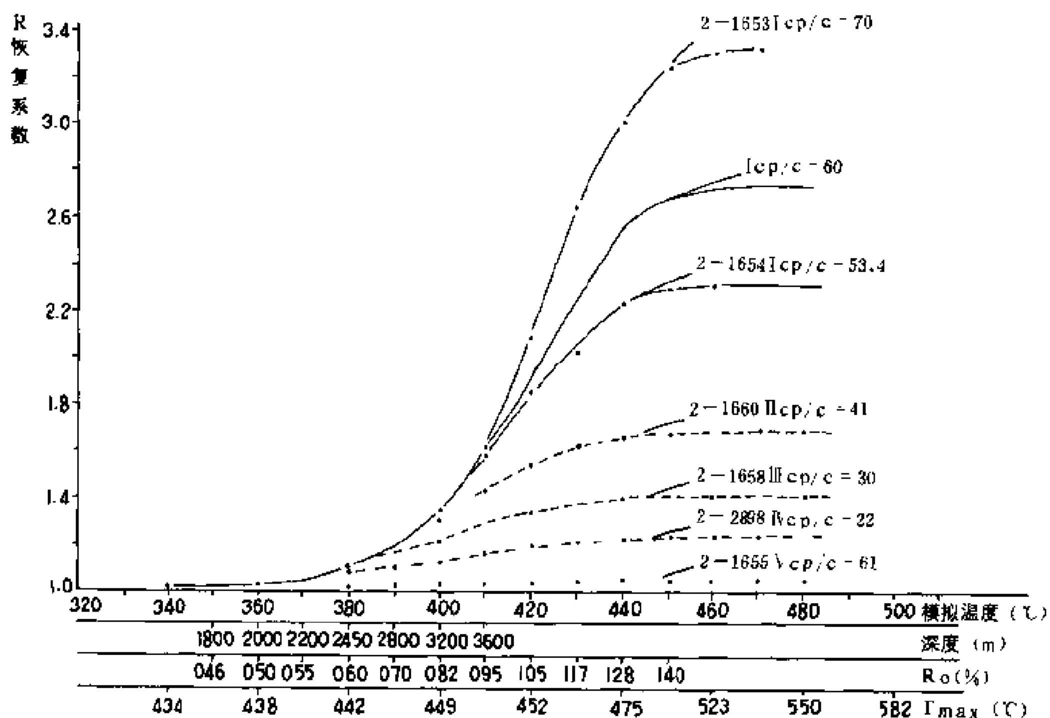


图 4-74 有机碳恢复系数曲线

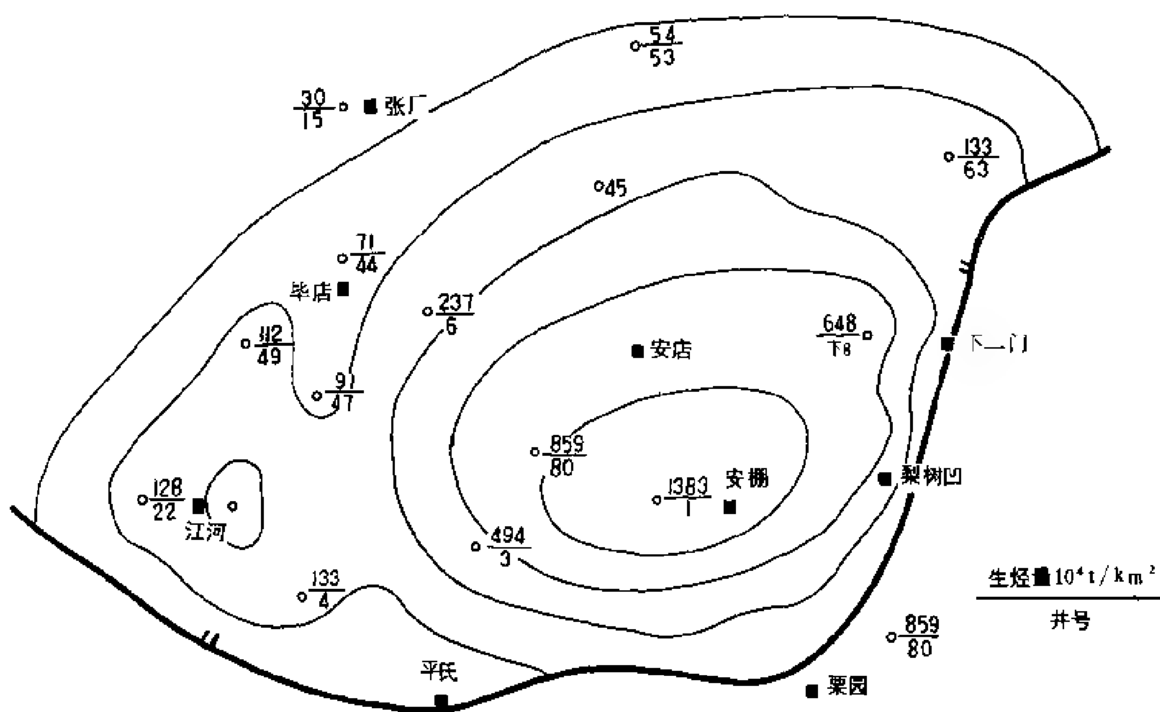


图 4-75 泌阳凹陷生烃量等值图

M——计算点的生油岩厚度；

D——生油岩密度，23×10^{8}t／km^{3}。

利用 14 口井的资料，先计算出泌阳凹陷每平方千米的每百米为一段的生油量，最后求

该平方千米面积的累计生油量，用于编绘全区生油量等值线图（图4–75）。根据等值图，计算总生油量。

$$计算公式：Q_{总} = \sum_{i=1-n} q_i$$

式中 q_i——为等值线之间的生油量，$q_i = A_i \times (a_i+b_i)/2$

A_i——等值线之间面积

$(a_i+b_i)/2$——等值线平均值

计算结果（表4–34），总生油量为14.43亿吨。

表4–34 总生油量成果表

区间 (m)	区间面积 (km^2)	单位面积生烃量 ($10^4t/km^2$)	生烃量 (10^8t)
>1000	27.5	1200	3.30
600~1000	61	800	4.88
300~600	59	450	2.65
100~300	140.3		2.81
50~100	104.7	75	0.78
总 计	392		14.43

(3) 干酪根数学模拟电算生油量 该方法是根据干酪根热降解成油机理：干酪根是多种有机成分化合物，属多种键合，产生多种裂解，具多种裂解速率，生成多种成分石油。从化学动力学观点都是一级反应，可用一级化学反应式和阿雷尼乌斯方程式表示这一降解过程，运用电子计算机进行模拟计算。

一级反应式 $-dx_i/dt = K_i x_{io}$（单位时间反应生成物量与干酪根反应数量和反应速度常数成正比）

解微分得：$x_i = x_{io} e^{-k_i t}$

阿雷尼乌斯方程标定的一级反应的反应速度常数：

$$K_i = Ae^{-(E/RT)}$$

可得干酪根生油率的数学模式：$f = x_i / x_{io} = e^{-Ae^{-(E/RT)} t}$

式中 x_{io}——初始干酪根数量；

x_i——转化成石油干酪根数量；

x_{io}/x_i (f) ——生油率；

A——频率因子（单位时间分子碰撞次数）；

E——活化能（反应所需的最低能量）；

R——气体常数（8.314J／mol · k）；

T——反应时的绝对温度；

t——反应时经历时间；

e——自然对数的底。

由干酪根的生油率可计算生油量，计算公式：

$$Q=f \cdot V \cdot D \cdot G$$

$$G=b \times C_T / (1-f)$$

式中 Q——生油量；

V——生油岩体积；

D——生油岩密度；

G——有机质丰度；

C_T——含干酪根岩石有机碳丰度；

b——有机碳丰度换算系数。

式中各主要参数的确定方法为：成熟生油岩体积取值主要将核桃园组各段分开（核二、三上、三下段），分别计算出不同类型的生油岩（暗色泥岩、油页岩及碳酸盐岩等）体积，进行分类型、分岩性、分层段的模拟电算；E 和 A 则沿用蒂索等人测定的数据；反应时的绝对温度 T，据生油岩埋深图以现在地温梯度 4.1℃／100 米，推断核三下段沉积时最高地温梯度为 4.5℃／100 米；反应时间（t）据不同时期沉积生油岩的演化及地层时代从下第三系到上第三系分 12 个时间段（表 4–35），并结合粘土矿物蒙脱石向伊利石转化情况与埋藏深度关系的研究，计算出古地温梯度的平均值 4.782℃／100 米；干酪根的生油潜量采用蒂索 II_A 型和美国埃克森公司提出的 II_A 型生油潜量（即 0.695 与 0.450 的平均值 0.573）。计算结果核三上段总生油量为 10.5 亿吨，核三下段 24.08 亿吨，共计 34.58 亿吨。根据生油岩排液厚度，核三上段扣除滞烃带厚度 10%，核三下扣除 20%，最后结果核三上段有效生油量为 9.45 亿吨，核三下段有效生油量为 19.26 亿吨，共计 28.71 亿吨。

2. 直接计算生油量

直接排油量的计算，我们采用了以下两种方法：

（1）热解试验模拟计算排油量　这个方法运用热解色谱技术，通过人工模拟，将不同演化阶段的生油岩恢复到未排烃的原始状态进行母质分类，并测量各类生油岩的原始生油潜量和残留生油潜量。一般认为在同一地质、地球化学、热力学及水动力条件下，同一类型生油岩的原始生油潜量和残留潜量之差可视为生油岩的排油量。该方法的关键是把不同成熟度的生油岩恢复到原始状态。这里引用了恢复系数（R），据原始生油潜量等于残留潜量与恢复系数之积的关系，求取原始生油潜量。残留潜量在热解色谱中可获得，而 R 则由各类不成熟生油岩用人工模拟法获得（图 4–76），为计算用的恢复系数图版。根据石油工业部勘探开发科学研究院热解技术成果，求得不同类型成熟生油岩提供的不同类型生油岩的排油率（毫克烃／克有机碳），再以各类生油岩的分布和比例，分较深湖区和浅湖区（包括三角洲前缘）进行计算，核桃园组的总原始生油量为 34.47 亿吨，总残留潜量 24.41 亿吨，排油量 10.06 亿吨。

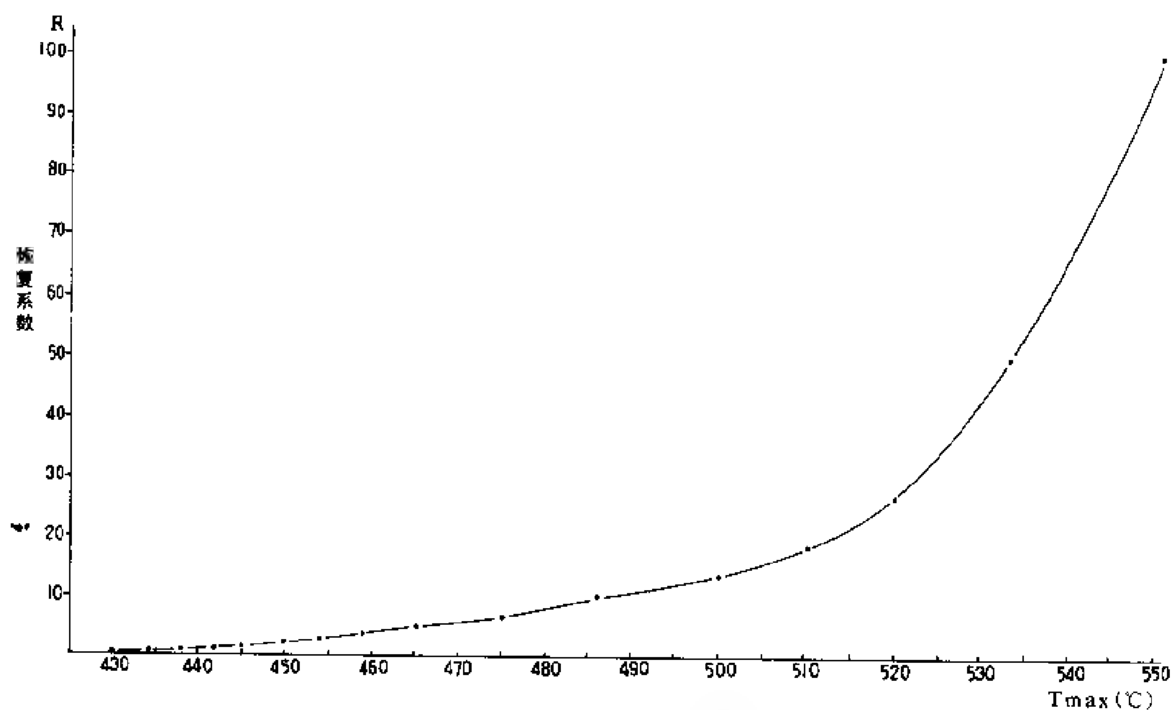


图 4-76 恢复系数 R 与热解峰温关系图

表 4-35 古地温史

时代	地层	地层符号	绝对年龄			温度	
			年代(Ma)	分界处	间隔年(M_a)	地表温度(℃)	地温梯度(℃/100m)
第四纪		Q	~5		5		3.77
晚第三纪	上寺组	N	~11	上段	3		
				下段	3	14.94	3.96
	上升剥蚀		~22.5	1	2.88		
				2	2.88		
				3	2.87		
				4	2.87	15.4	4.31
渐新世	廖庄组	El	~27.5	上段	2.5	15.6	4.47
				下段	2.5	15.7	4.55
	核桃园组	Eh_1	~30		2.5	15.84	4.66
		Eh_2	~33.5		3.5		
		Eh_1上		3	2		
		Eh_3下	~37.5	3	2	16	4.78

(2) 以成熟生油岩压实后的排液量及相应的含油率计算排油量　计算条件：①生油岩的孔隙全部为水所充满，泥岩在压实过程中孔隙减小的体积，等于排出液体的体积；②成熟生油岩生成的油都进入生油岩孔隙之中，即生油岩成熟前为水所充满，成熟后为水和油所充满，水中有一定的含油率；③现今成熟生油岩孔隙中的含油率，是生油岩不断生油，不断排液的动态平衡剩余值，即各层段的残余含油率，大体相当于生油岩排出液体前一瞬时的含油率；④暂不考虑天然气，也不考虑原油和水的压缩系数。

由此得出排油量等于排液量和相应含油率之积。

排液量是由生油岩孔隙度（泥岩孔隙度由样品实测和测井声波时差换算而获得）变化值和生油岩体积决定的，生油岩进入成熟门限的孔隙度与现今埋深的孔隙度有一个差值，该值在不同深度部位是不等的。根据大量的钻井资料进行分层按井点取平均值，编制孔隙度差值的等值线图，生油岩体积也按相应分层计算（未扣除大于 25 米生油岩中的滞烃带）。

含油率由单位生油岩体积内的氯仿沥青"A"含量与孔隙水重量之比求得，根据迪基页岩中残余油饱和度达到 1%，可作连续油相运移时的饱和率推论，即把 1%的含油率作为大量初次运移的起点。据目前的计算，泌阳凹陷生油岩在门限附近的含油率达到 1%，最大达 3.8%。

计算结果，核二上段的排油量为 1.46 亿吨，核三下段的排油量为 5.6 亿吨，共 7.06 亿吨。

3. 排油系数和聚集系数的选取

用热解排油量法和排液量法两种方法计算出排油量后，乘以聚集系数即可计算出泌阳凹陷的资源量。其它三种方法计算出总生油量需乘以排油系数及聚集系数，得出资源量，这两个系数的确定主要以类比法取经验数据。

(1) 排油系数（K）　对排油系数的确定目前各家的研究结果有所差别，根据国外学者的研究，生油盆地 K 值一般小于 25%，特殊情况才大于 25%。据石油工业部石油勘探开发科学研究院对我国东部生油凹陷的研究，生油母质好、生、储、盖配置良好的一类凹陷，K 值为 20～25%之间。泌阳凹陷主要生油层核三段，生油地质条件可与东部一类凹陷相比（本章第四节），为一类凹陷。武汉地质学院参考 Hunt（亨特）对加拿大西部盆地的研究结果，并用干酪根数模拟法计算的生油量及排液法计算的排油量之比，泌阳凹陷的 K 值为 15%；如果将生油岩的原始生油潜量与残余潜量之比取值则为 29.1%。综合上述结果，结合地质条件考虑，对主要目的层核三段取 K 值为 30%。但考虑到核二段为低成熟，大仓房组成熟生油岩部分夹红色地层，地质条件相对较差，K 值取 20%。

(2) 聚集系数（a）　据国外资料，聚集系数 a 值一般小于 50%。我国东部地区一类生油凹陷，如胜利油田对济阳凹陷研究结果，分析储集层中残留油及油气散失情况，取 a 值为 50%左右。泌阳凹陷核桃园组局部构造较不发育，但岩性圈闭较发育，油气保存条件也较好，取 a 值 40～50%，大仓房组 a 值为 20～40%。

根据上述所定值，泌阳凹陷核桃园组的排聚系数取值范围 12～15%，与东部地区一类凹陷相近。

4. 各种方法预测的资源量及评价

泌阳凹陷五种方法计算出总生油量或生油岩总排油总量后，按上述所取的排、聚系数再计算出资源量（表 4-36）。

表 4-36 泌阳凹陷资源量计算结果总表

方法	预测层位	生油量 (10^8t)	K (%)	排油量 (10^8t)	a (%)	预测资源量 (10^8t)
氯仿沥青"A"法	核二段	0.90	20	0.18	40～50	1.81～2.27
	核三上段	7.19	30	2.06		
	核三下段	7.31	30	2.19		
	合计	15.40		4.53		
	大仓房组	2.16	20	0.43	20～40	0.09～0.17
热解生油量	核桃园组	14.43	30	4.33	40～50	1.73～2.17
热解排油量	核桃园组			10.06	40～50	4.02～5.03
模拟电算	核桃园组	28.71	30	8.61	40～50	3.45～4.31
排液量法	核桃园组			7.06	40～50	2.82～3.53
综合选取资源量	下限值：1.86（10^8t），中值：2.59（10^8t）；上限值：3.66（10^8t）。					

由于计算方法不同，各种参数的选取方法及试验条件不同，因此，计算结果有差别。相比之下，氯仿沥青"A"法所用资料较丰富，残余生油的置信度相对较高。热解模拟法特点是建立模拟条件（温度）与生油岩所经受的地质演化条件（埋深或古地温）之间的关系，在理论上推导是较合理的，但由于生油中心区井点较少，可能影响生油量等值线的密度，计算结果与其它方法比较可能偏低。利用热解资料直接计算排油量，是一种较直接的方法，计算值受到通过实验求出的每吨岩石排烃量直接影响，受实验条件的限制、不同的人确定的数值差别较大，如泌 80 井 2100～2400 米井段，求得的每吨岩石的生油量 1.700～2.954 公斤或大于 6 公斤的结论，相差较悬殊，有待于进一步探讨，所计算的结果与其它方法比较偏高。干酪根模拟电算在国内、外是常用方法，武汉地质学院用该方法进行了多次较详细的生油量计算，由于对取计算式参数试验条件不具备，而借用国外的经验数据，所以，仍存在不足之处。排液量法对直接算出排烃量有独特之处，避免了以类比法取经验数值（排烃系数）这一环节，但还存在某些假设条件，以残余含油饱和度代替原始含油饱和度是其较明显的不完善之处。总的来说，由于核三下段埋藏较深，资料相对较少，未扣除滞烃带，尤其是对核三下段较厚的泥岩段，所以，所算资源量可能偏大。

上述各种方法，均有不足之处，对泌阳凹陷资源的取值，采取综合考虑各种结果，分低、中、高值三个平均值数量级，基本方法是：把氯仿沥青"A"法、热解模拟计算生油量法的结果为核桃园组预测资源量平均值 2.42 亿吨至 3.49 亿吨，为平均值。再考虑氯仿沥青"A"法所估算的大仓房组的预测资源量，取 2.59～3.66 亿吨为油气远景预测值比较合适。表中个别最高值，如热解排油法，因岩石排烃量参数的影响，油气预测值偏高可作为参考。

三、南阳凹陷油气评价

南阳凹陷也属勘探程度较高的凹陷，达预探-详探阶段，资料较丰富，主要采用氯仿沥青"A"法及石油生成、运移和聚集三者数量配比法进行石油可探远景预测分析，并随着勘探

程度的深入进行了多次预测，具体方法与泌阳凹陷大体相同，公式和方法相似之处不再重述，将计算所采用的参数及结果分述如下：

1. 沥青"A"法

(1) 分层划块计算残余生油量　残余生油量是根据成熟生油岩等厚图和氯仿沥青"A"等值线图分块计算（图 4–77），氯仿沥青"A"取块内平均值，计算结果残余生油量为 3.41 亿吨，换算成生油量为 4.55 亿吨（表 4–37）。

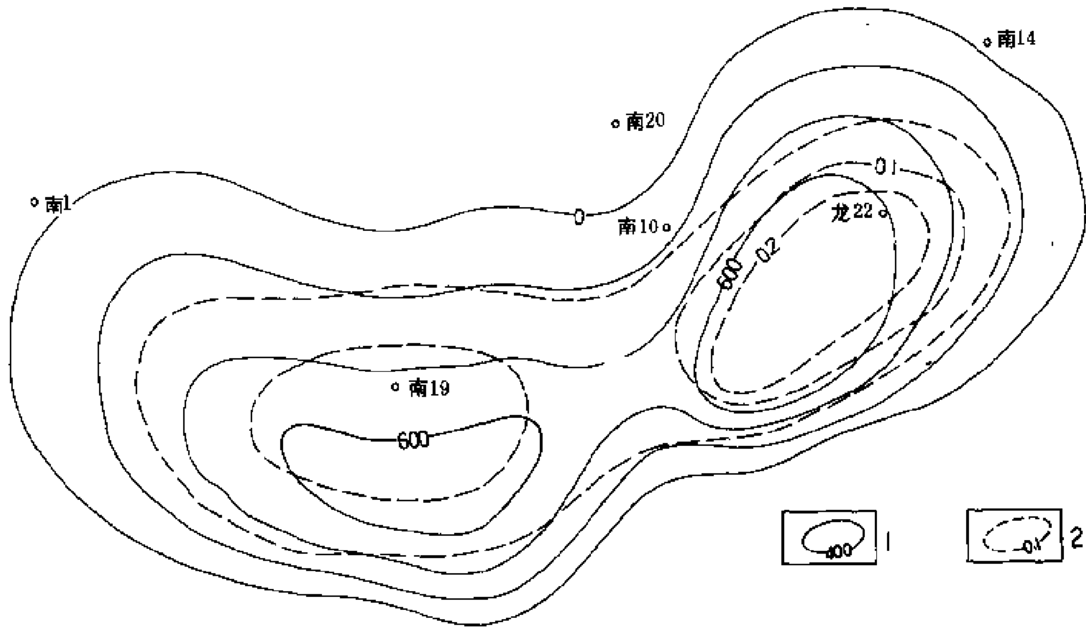


图 4–77　南阳凹陷核桃园组成熟生油岩等厚线与氯仿沥青"A"等值线叠合图

1—成熟生油岩等厚线（m）；2—氯仿沥青"A"等值线（%）

南阳凹陷生油期与排油期基本一致，断鼻断块圈闭较发育。但生油母质类型、丰度、储集层发育程度以及生、储油层的配置均不如泌阳凹陷。因此，排烃系数和聚集系数低于泌阳凹陷，取 25%的排烃系数，30～50%的聚集系数进行计算，预测资源量为 0.34～.57 亿吨。

表 4–37　南阳凹陷油气预测评价表

层位	块别	面积 (km^2)	体积 (km^3)	"A" (%)	残余生油量 (10^8t)	生油量 (10^8t)	预测值 (10^8t)
核二、核三段	牛三门中心区	53	34.5	0.2212	1.76	2.35	0.34～0.57
	东庄地区	43.5	22.6	0.1079	0.56	0.75	
	过渡地区	129.5	62.2	0.0554	0.79	1.05	
	边缘地区	163	37.5	0.0344	0.30	0.4	
合计	全区	389	156.8		3.41	4.55	

(2) 蒙特卡洛法计算残余生油量　南阳凹陷生油岩氯仿沥青"A"统计分布规律，为左偏

斜正态分布（图 4-78）。根据实测资料难以统计南阳凹陷成熟生油岩有效厚度分布概型，由计算机模拟出的分布概型图（图 4-79），因此该凹陷的计算为两种模拟方法的组合。

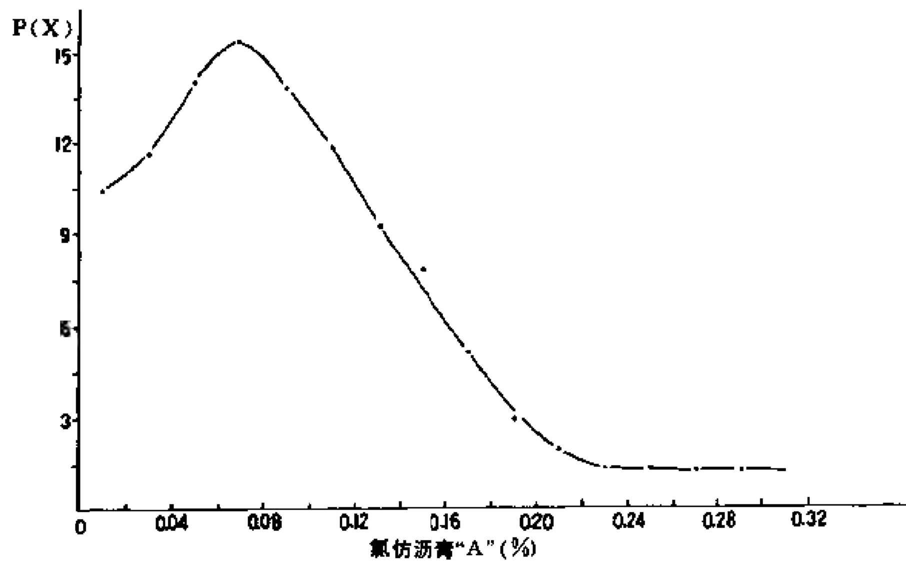


图 4-78　南阳凹陷生油岩氯仿沥青"A"分布概型图

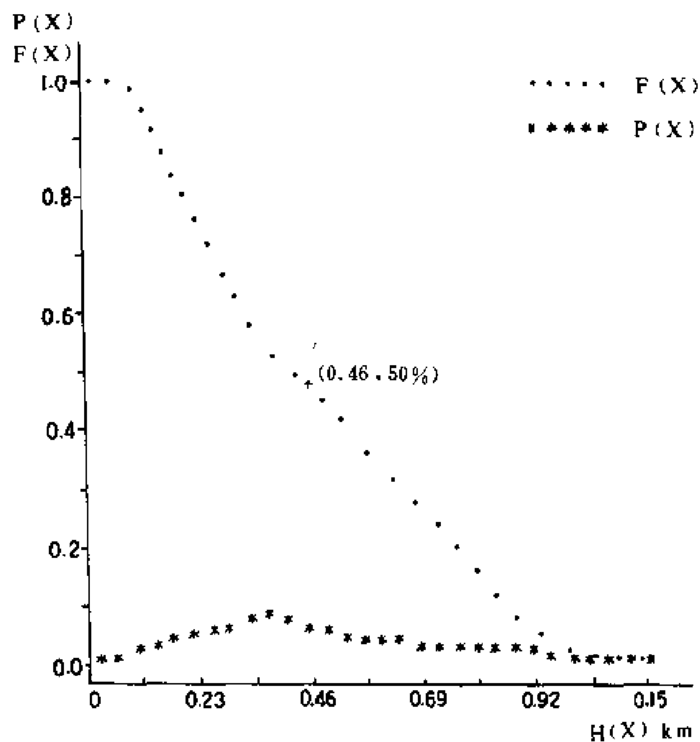


图 4-79　南阳凹陷生油岩有效厚度模拟曲线

计算机的输入原始参数（表 4-38）。

表 4-38　南阳凹陷输入数据表

$N=30$	$L=3500$		$S_m=486$	$S_n=0$
$A_1=0.28$	$A_2=0.01$	$A_3=0.07$	$A_4=0.0197$	$AA=3$
H_1　0.80	$H_2=0.00$	$H_3=0.50$	$H_4=0.075$	$A_H=3$
$K_1=0.20$	$K_2=0.30$	$\alpha_1=0.08$	$\alpha_2=0.12$	

注：表中各符号意义与泌阳凹陷输入的数据表相同。

输入数据后经计算机处理，南阳凹陷生油量分布曲线、排烃曲线、预测资源分布曲线（图 4-80、4-81、4-82）。

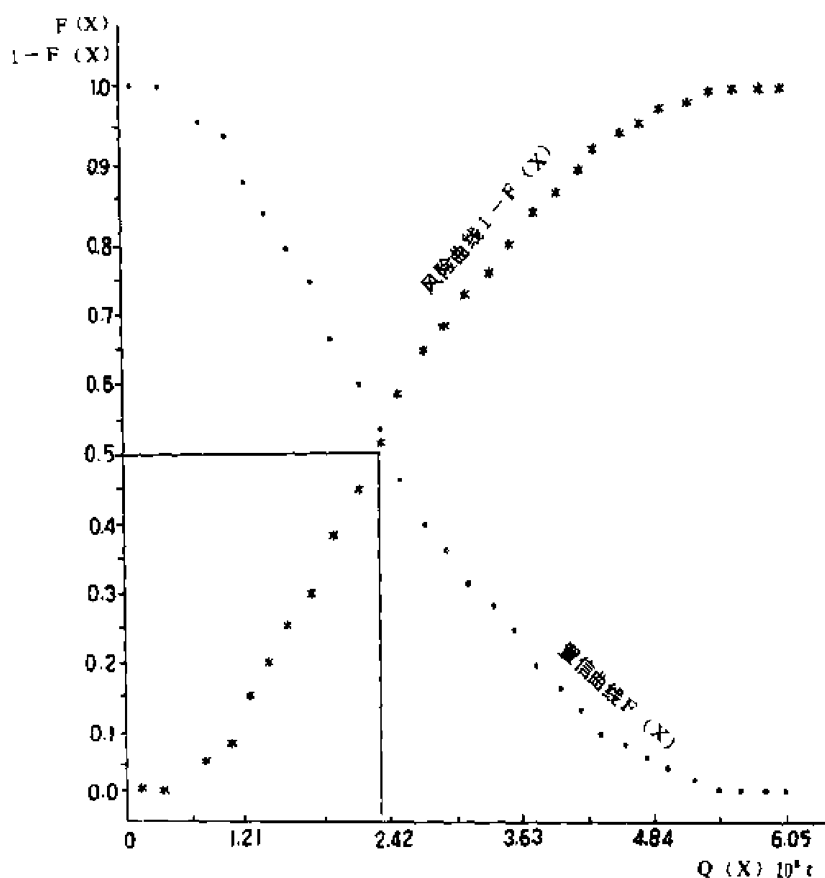


图 4-80　南阳凹陷生油量置信曲线和风险曲线

南阳凹陷预测生油量中值为 2.40 亿吨，置信水平取 0.60 的生油量分布区间为 1.49～3.80 亿吨，相应置信系数为 0.80～0.20，风险系数为 0.2～0.8。初次运移量中值变化在 0.72～0.98 亿吨之间，排烃量上限大致在 1.60～2.00 亿吨之间变化。远景预测值的“中值”为 0.18～0.28 亿吨，相应的置信系数较高为 0.4～0.6，最大不超过 0.42～0.60 亿吨。

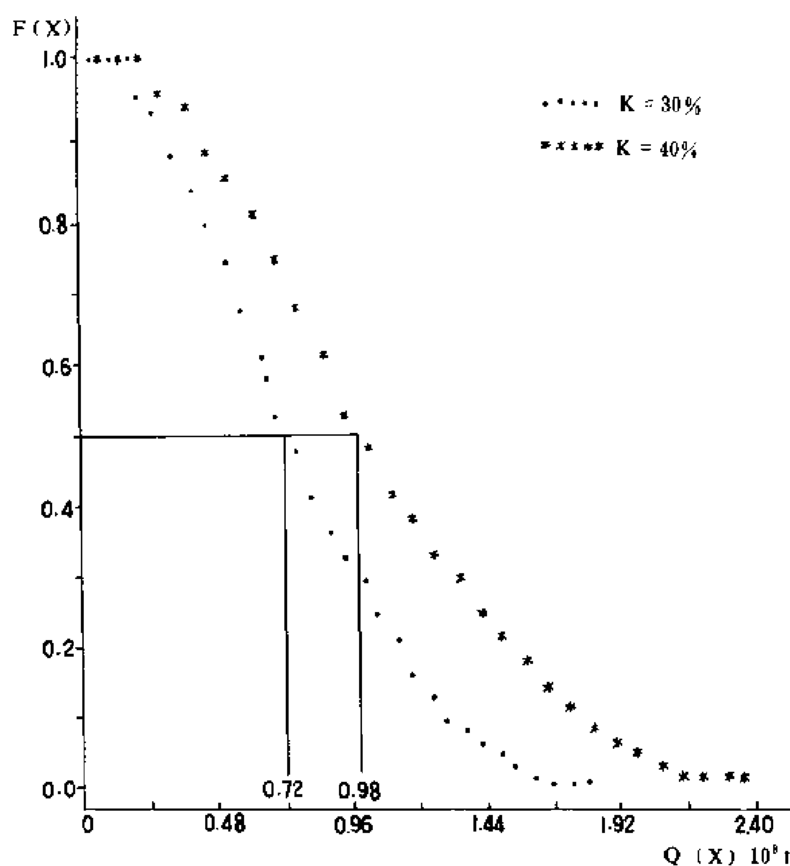


图 4-81 南阳凹陷排烃曲线

2. 石油生成、运移和聚集三者数量配比法

配比法立足于把石油的生成、运移和聚集这三个阶段看成一个整体，基本方法:将生油岩的总生油量分成两部分，初次运移量和残留于生油岩体中的残余生油量，残余生油量在数量上占总生油量的绝大部分。另外，初次运移量又可分为三部分，散失量、未聚集量及聚集量，前两部分都是运移后不构成储量，只有最后一部分构成可探的远景预测量，经数学推导，其计算公式:

$$Q_R = Q_S \cdot a / (1-a)$$

式中 Q_R——油藏聚集量;

Q_S——残留于生油岩中的油量;

a——油气聚集系数，参照国外文献取 14.7%。

经过对成熟岩分层计算，聚集量为 0.5565 亿吨（表 4-39）。

综合上述方法的计算结果，南阳凹陷预测资源量有两种情况，即预测资源量高值和低值，高值为 0.5565～0.6 亿吨，低值为 0.18～0.34 亿吨。由于氯仿沥青“A”法的分别划块计算结合实际资料相对较丰富，更接近于南阳凹陷成熟生油岩地质情况，所以取该值为南阳凹陷的油气远景预测值较合理，其选值范围为 0.34～0.57 亿吨。

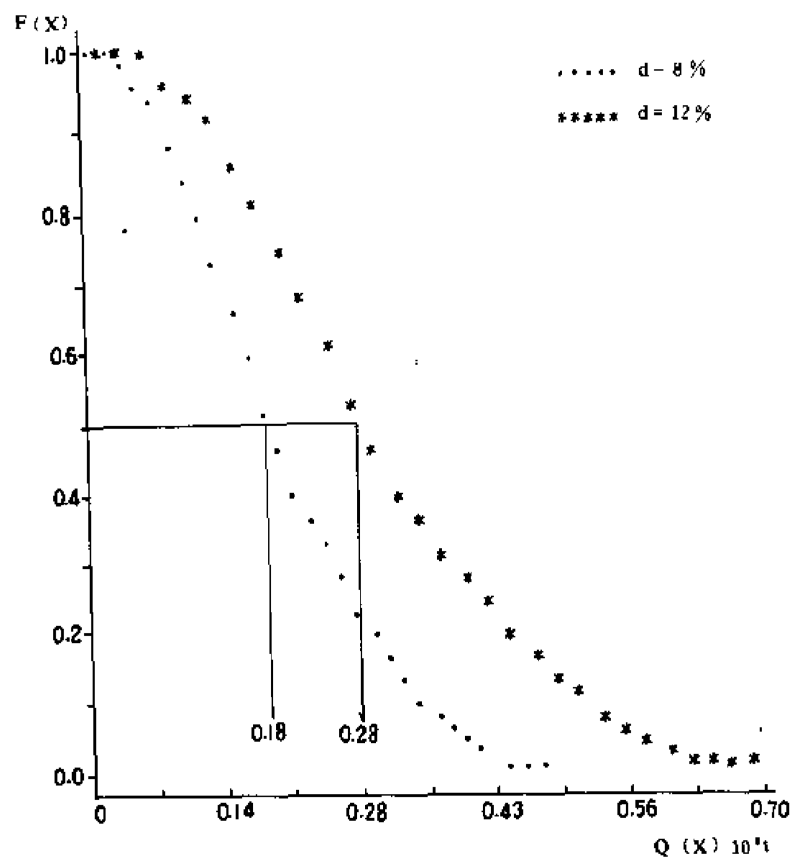


图 4–82　南阳凹陷预测资源分布曲线

表 4–39　南阳凹陷石油聚集量表

地层 \ 指标		"A"(ppm)	$\bar{V}$ (km^3)	Q_S (10^8t)	Q_R (10^8t)
Eh_2	Eh_2^1	490	7.37	0.0746	0.0126
	Eh_2^2	1170	11.29	0.3223	0.0554
	Eh_2^3	1640	26.21	1.0488	0.1804
Eh_3		1210	60.59	1.7889	0.3077
				$\sum$3.2346	$\sum$0.5565

四、勘探方向

根据两个凹陷远景资源预测的计算结果与目前已控制的油气储量比较，结论是仍有潜力可挖，特别是泌阳凹陷仍然具有良好的勘探前景，是河南油田近期拿储量的主要探区。

泌阳凹陷经多年的勘探，已基本证实该凹陷属继承性强的第三系沉积凹陷，虽然面积较

小，但生油岩厚，有机质丰度高，生油条件好，物源多储集层发育，圈闭类型多，油层分布广的较富集凹陷，下一步的勘探方向上要有两个方面：①勘探程度相对较差的区、带，如北部斜坡靠凹陷一侧的过渡带、深凹陷主体及南部、东南部边缘断层所控制的凹陷内侧陡坡带；②开展深部勘探进一步寻找第三系下部（核三下）深部较致密的岩性油藏。北部斜坡内侧是深凹陷和斜坡带的过渡区，受到北斜坡长期构造抬升运动及深凹陷沉降运动的影响，处于构造变化带，另外，砂岩体为来自北部三角洲砂岩体的变化带，是勘探断块构造油藏或岩性、构造复合油藏有利区；深凹陷可继续寻找透镜体式的岩性油藏；南部—东南部边缘大断裂陡坡带，紧邻物源和生油深凹陷，储集层以冲积扇砂岩体为主，断裂及逆牵引式构造较发育，主要找寻鼻状断裂油藏或断块油藏类型，另外南部断层上升盘栗园—小南庄一带以南老山地区，属元古界复背斜轴部出露区，见两翼出露大片的大理岩，其走向伸入凹陷，从地面构造及物探资料初步证实边界断裂属呈阶状向北部节节下掉，且大理岩埋藏于第三系的次级断阶，有可能找到“新生古储”式以大理岩为储集层的古潜山油藏。

南阳凹陷虽然面积较大，但生油岩分布面积小，有效勘探面积约 500 平方千米，油田分布特征主要围绕深凹陷的断裂构造带，下一步的勘探方向主要是紧邻深凹陷的张店北部—唐河古隆起西部的斜坡带及东庄北部高断块，主要寻找断裂构造油藏。另外，魏岗鼻状构造向南（凹陷深部）延伸部分向东到黑龙庙一带，属勘探岩性油藏及断裂构造油藏的地区。

第五章 周口坳陷[●]

第一节 概 况

周口坳陷位于河南省东部，面积32000平方千米，其中部分跨人安徽省境内（6000平方千米），横跨河南省五个地区：周口、驻马店、许昌、商丘、信阳地区及安徽省阜阳地区（图5-1）。

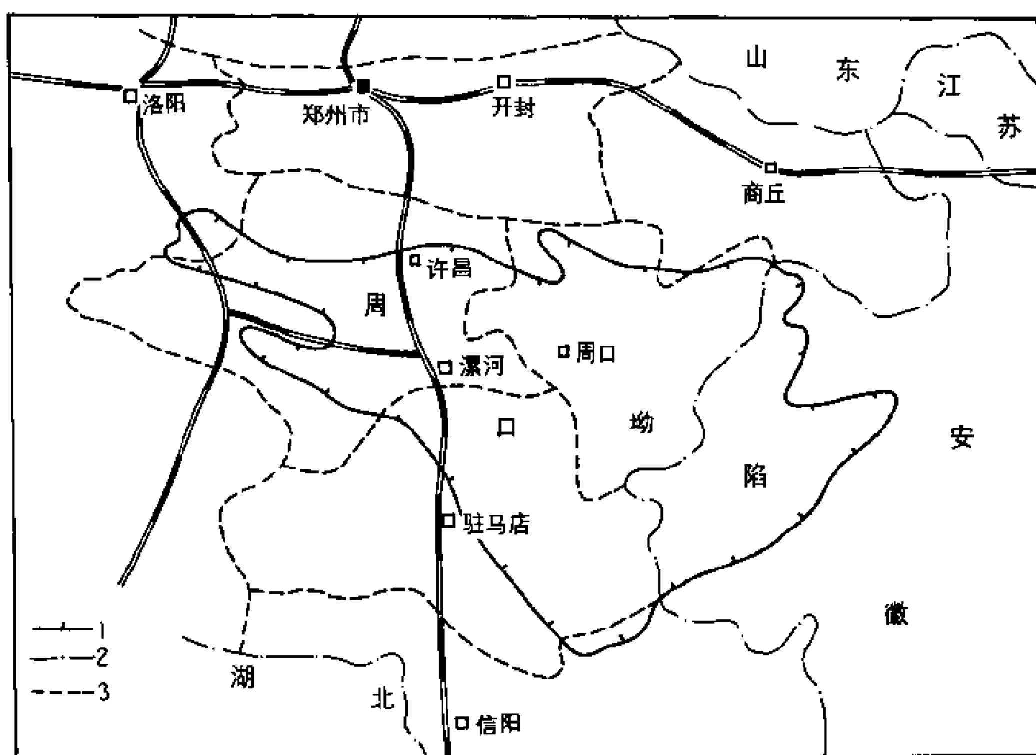


图5-1 周口坳陷地理位置图

1—坳陷边界；2—省界；3—地区界限

地貌上为河南省东部平原，由于西部靠近长期隆起的熊耳山、伏牛山系，地形自西北向东南倾斜，标高一般为45～37米，地面坡降1／5000～1／6000，西部台陵岗是全区最高点，标高85米，坡度也较大为1／100～3／100，地貌成因类型属河流和湖沼沉积平原。

水系较发育，均为西北向东南流，淮河水系贯流大部分东南地区，河水流量随季节变化比较明显。

●参阅了周口坳陷油气勘探研究报告（1987）；及周口盆地中、新生界油气资源评价报告（1985）。

气候属半干旱大陆性气候区，具有春旱秋涝的特点，根据处于本区中心部位的商水县气象站 1959～1983 年的资料，年平均气温 14.6℃，年平均降水量 752.6 毫米，雨季集中在七、八、九三个月（占全年降水量 50～60%以上），年平均蒸发量 1740.8 毫米。

交通比较便利，西部京广线铁路直贯南北，漯周线横穿东西；各县之间均有公路相通，村镇间便道晴天均可通汽车。

周口坳陷是华北地台南部中生界和新生界陆相沉积坳陷，面积大、沉积岩总厚度可达 10000 米。1955～1970 年原地质部各物探队完成大量的普查工作（第一章），1970～1975 年原石油工业部地球物理勘探局第二指挥部，完成地震普查及详查剖面 6396 千米；1973～1986 年河南石油局完成 37 个队年 9016.6 千米多次覆盖剖面；1973～1976 年安徽省石油勘探处于阜阳地区钻了 4 口石油探井；1975～1986 年地质矿产部华北石油勘探局，于鹿邑、倪丘集及沈丘凹陷一带钻探了 12 口井；化学工业部钾盐地质大队以找钾盐为目的，于舞阳凹陷钻井 2 口；河南石油勘探局于 1986 年与安徽一 0 一队合作，完成谭庄—沈丘—新桥地区 1／10 万水化学测量。

河南石油勘探局 1973 年开始对周口坳陷进行石油勘探，1973～1986 年共打探井 34 口，进尺 12.46 万米。分别于周口坳陷西部舞阳、襄城和谭庄凹陷下第三系；中部谭庄—沈丘凹陷中生界发现较厚的生油岩，同时，于坳陷东北部鹿邑—倪丘集一带证实了石炭—二叠系煤系地层保存比较完整；南部东岳凹陷元古界青白口组有一套轻变质灰黑色生油岩，并在下第三系及下白垩统地层中见含油砂岩及原油，证实了周口坳陷勘探目的层多，具有良好的油气勘探远景。

第二节 构造特征

一、构造背景及主要控制因素

周口坳陷构造位置位于华北地台南缘，属华北盆地向南延伸部分，西南至南部以滦川—固始深大断裂为界，与秦岭褶皱带（豫西隆起、长山隆起）相接；东部以夏—涡—麻大断裂为界，与徐蚌隆起相接；北部逐渐抬起与太康隆起相接。由于南部紧接秦岭褶皱带，其构造发展长期受到褶皱带的影响，构造较复杂，主要表现为（图 5 2）：

①周口坳陷西部以北西向构造线为主，基本上与褶皱带构造走向平行，中生代的造山运动明显受到该构造线控制，如鲁山—舞阳—阜阳—淮南逆冲推覆带，其北侧前缘发育早白垩世断陷型湖盆，后期新生代断陷活动除继承北西向构造线外，明显地受到郯庐断裂系的北北东向构造线的控制，周口坳陷东部构造变为北东向，老构造格架受到改造，使得原来为逆冲的古断裂变成后期活动为正断层特征；②纵向上隆坳交替，平面上凹陷中心不断迁移，主要目的层中、新生界厚度变化呈反方向分布，同时各凹陷分割性强，生油岩发育程度差别较大；③坳陷内中生代至新生代发育的后期断裂（北东东—北东）将老断裂（北西向）切割，起着明显的改造作用，成为中、新生界地层分布的主要控制因素，垂直断距较大，一般为 4000～6500 米，主要断层有 13 条，断层要素见表 5–1。

二、构造发展简史

周口坳陷地质发展史与华北地台相似，主要经历了三个主要阶段（表 5–2）。

第一阶段：太古代—下元古代为地台基底形成阶段。本阶段经历了嵩阳运动、中条山运动，两次强烈褶皱运动，使太古界（太华群）变质程度加深、混合岩化，下元古界嵩山群轻

度变质，形成了坳陷基底。

第二阶段：中元古代—中生代三叠纪为华北地台发展阶段。中元古代末期晋宁运动为强烈褶皱运动，使汝阳群、洛浴群褶皱并轻度变质，结束了台缘活动的历史，从此华北地台进入稳定发展期，形成了分布广泛的地台盖层、构造运动方式为升降运动为主，造成震旦系与寒武系、奥陶系与石炭系之间呈区域性平行不整合面。经历了三个相对稳定沉积期及二个上升期，特别是奥陶纪以后整个华北地台隆起期最长，经历了晚奥陶世、志留纪、泥盆纪、早石炭世的长期隆升剥蚀。震旦系—下古生界属浅海相碎屑岩、山麓冰川沉积建造及碳酸岩沉积建造。上古生界为海陆交互相含煤建造，沉积环境由海相逐步转变为陆相。自二叠纪开始，地台活动相对增加，印支运动使地台出现分异的趋势，上二叠统—上三叠统为陆上河流—湖泊相沉积建造。由于三叠纪末期周口南部大部分地区上升，三叠系遭受剥蚀，仅鹿邑凹陷残存部分中三叠统。

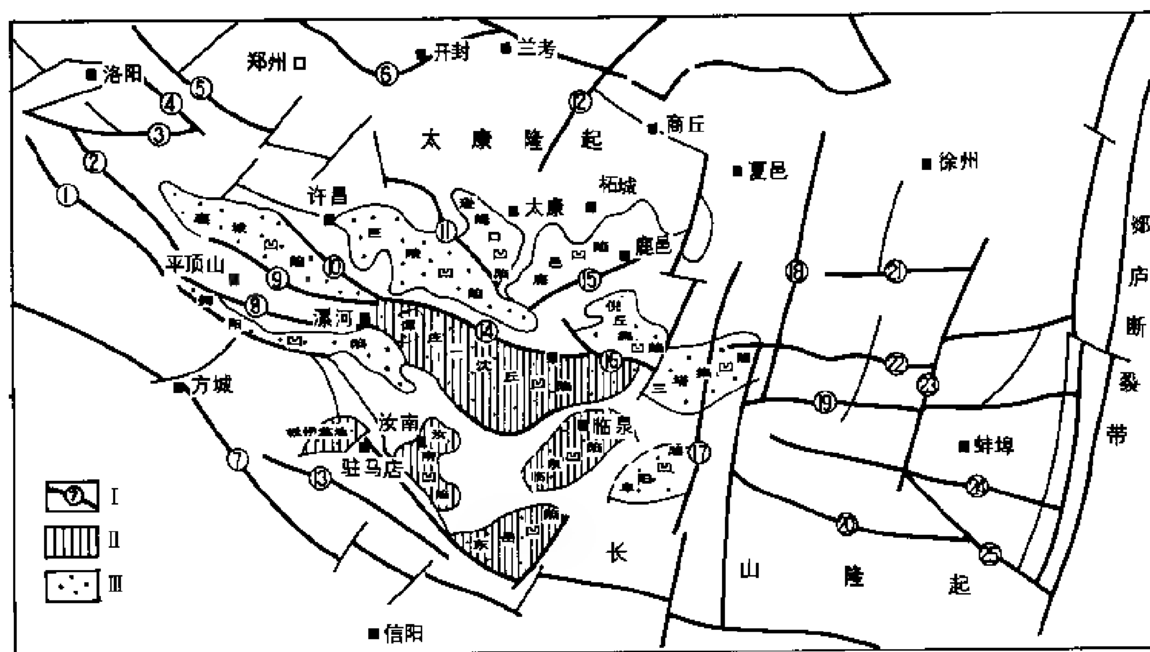


图 5-2　华北盆地南部主干断层分布图

Ⅰ—断层及编号；Ⅱ—中生界分布区；Ⅲ—下第三系分布区，

①峡石断层；②伊宝断层；③登封断层；④嵩山断层；⑤五指岭断层；⑥中牟断层；⑦栾川固始断层；

⑧叶鲁断层；⑨襄郏断层；⑩固厢断层；⑪砖淮断层；⑫曹县断层；⑬塔山铡钟断层；

⑭商沈断层；⑮郸亳断层；⑯光武断层；⑰夏涡断层；⑱西阳集断层；

⑲五河断层；⑳颖上断层；㉑宿北断层；㉒板桥断层；㉓刘庙断层、

㉔尚塘集断层；㉕耿巷集断层

第三阶段：中生代侏罗纪—新生代华北地台断陷阶段。本阶段燕山运动在区内影响较大，表现为强烈的断裂运动，造成华北地台分化显著，河南西部大幅度隆起，东部周口坳陷则大幅度相对沉降，成为南华北盆地的一部分。沈南断裂以南大片地区形成侏罗纪晚期—白

垩纪早期断陷型陆相沉积盆地，沉积中心于沈丘凹陷一带，沉积范围向东可延伸至安徽省境内的郯庐断裂。南部受到滦川—固始大断裂的控制，断裂附近火山岩及火山碎屑岩建造发育。白垩纪晚期燕山期断裂运动加剧，控制二级隆起带及凹陷带活动明显，如商水断裂、射铜—新桥断裂、光武断裂等，周口坳陷的两隆三凹构造雏型已基本形成，以夏、涡、麻断裂为界，与东部徐蚌隆起相接。同时，周口坳陷上侏罗统—下白垩统受到不同程度的剥蚀，沈丘凹陷上侏罗统—下白垩统保存较好。

表 5–1　周口坳陷中、新生界主要断裂数据表

断裂名称	走向	最大断距(m)	性质	长度(km)	区域构造位置
砖淮断裂	NW–NE	500～2000	正	105	周口坳陷中北部
舞阳—阜阳断裂	NWW	4500	逆	36	周口坳陷中部凹陷带西段
固厢断裂	NWW	3400	正	30	巨陵凹陷南界
郸亳断裂	NWW–NE	7000	正	90	鹿邑凹陷南界
新站社断裂	NWW–NE	7000	正	65	新站社凹陷南界
襄郏断裂	NWW	7000	正	85	襄城凹陷南界
商水断裂	NWW	8000	正	200	谭庄凹陷北界
叶鲁断裂	NWW	7000	正	7140	舞阳凹陷北界
射铜断裂	NWW–NE	4000	正	110	沈丘—新桥南界
新桥断裂	NWW–NE	4000	正	35	北新桥次凹南界
太和断裂	NWW–NE	6500	正	105	三塔集次凹北界
殷湾断裂	NW	4000	正	25	杨寨次凹北界
临泉断裂	NE	5500	正	80	临泉凹陷北界

喜山运动在燕山运动后期断裂活动基础上进一步增强，并起着强烈地改造作用，分割性更加明显，形成了 16 个第三系次一级内陆断陷式沉积盆地，主要为箕形沉积单元。单元之间沉积特征有差异，大部分为浅湖—河流相沉积，生油有利区即：较深—深湖相区，分布于坳陷西部舞阳、襄城、谭庄三个凹陷。早第三纪末期周口坳陷进入后期坳陷期，剥蚀夷平后全区接受了上第三系 1000～1800 多米河流相—泛滥平原相沉积。

三、构造层划分及分布

周口坳陷属华北地台南缘，其构造层划分与整个华北地台相似，特别是在印支—燕山构

表 5-2 周口坳陷地质发展简史

地层时代			构造旋回	构造演化		地层	主要地质作用
新生代	第四纪	Q	喜马拉雅旋回	断陷、坳陷阶段	坳陷期	N+Q	晚第三纪大面积上升受剥蚀后夷平产生坳陷，接受一套陆相滨湖河流相沉积，与第四系组成广泛分布的平层
	上第三纪	N					
	下第三纪	E			断陷期	K_2+E	新断裂运动使周口坳陷复杂化，形成了 16 个晚白垩世—早第三纪断陷式沉积盆地，坳陷西部具生油条件，为勘探目的层之一
中生代	白垩纪	K_2	燕山旋回				
		K_1			地台分化期	J_3+K_1	地壳运动以断裂运动为主，西部隆起，东部大面积下降，形成了周口坳陷为华北盆地向南延伸部分，郸城凸起以南形成侏罗纪晚期—白垩纪早期沉积盆地
	侏罗纪	J_3					
		J_2				中统	
		J_1				下统	
	三叠纪	T_3	印支旋回	地台发展阶段	地台活动时期	缺失	
		T_2				中统	
		T_1				下统	
古生代	二叠纪	P_2	华力西旋回		第二稳定沉降期	上统	地壳运动主要为升降运动，中石炭世华北地台整体逐渐下降，中晚石炭世为海陆交互相，为含铝煤建造，二叠纪早期海水退出变成陆地，为陆相含煤地层建造期，这套沉积岩成为周口坳陷气源岩之一。二叠系与三叠系呈连续沉积，三叠纪地台开始出现分异，三叠系陆相红色碎屑层，分布于鹿邑凹陷
		P_1				下统	
	石炭纪	C_3				上统	
		C_2				中统	
		C_1			抬升期	缺失	
	泥盆纪	D_3					
		D_2					
		D_1					
	志留纪	S_3	加里东旋回				
		S_2					
		S_1					
	奥陶纪	O_3					地台型碳酸岩沉积建造为主，地壳表现为升降运动。中奥陶世后华北地台整体隆起，全区缺乏上奥陶统—下石炭统，南部部分地区下奥陶统 上寒武统被剥蚀
		O_2			第一稳定沉降期	中统 部分地区缺失	
		O_1				下统	
	寒武纪	$\in_3$				上统	
		$\in_2$				中统	
		$\in_1$				下统	
元古代	震旦纪	Z_2	少林旋回		向稳定地台过渡期	震旦系	地台型海相碎屑—碳酸岩建造，山麓冰川建造，地壳以升降运动为主，与上覆层呈平行不整合
		Z_1					
	中元古代晚期	Pt_2^b	晋宁旋回			洛峪群 汝阳群	地台型海相碎屑建造。晋宁运动使台陷带形成褶皱，结束了边缘活动带
	中元古代早期	Pt_2^a	王屋山旋回			熊耳群	周口地区南台缘坳陷内形成 8000 余米厚中酸性火山岩
	早元古代	Pt_1	中条旋回	地台基底形成阶段		嵩山群	中条运动，华北地台基本形成，周口地区南缘栾川—确山—固始深断裂带形成，出现台缘坳陷
太古代		Ar	嵩阳旋回			太华群	嵩阳运动使以火山岩建造为主的太华群形成线型褶皱，岩石强烈变质，超基性—酸性各种岩浆侵入

造幕之前，属华北地台整体的一个部分，但由于其构造位置特殊，处于秦岭古生界褶皱带相交界处，南缘断层附近中火山岩建造较发育，反映了地台边缘活动带的产物，坳陷内可概略地划分三大构造层和八个构造亚层（表5–3）。

表5–3　周口坳陷构造层划分简表

构造层	构造亚层	地质时代	沉积及建造	一般厚度（m）	分布概况
断陷盆地构造层	坳陷构造亚层	Q–N	平原河流相陆屑建造	500～3000	遍及全区
	断陷构造亚层	$E–K_2$	河湖相类磨拉石陆屑岩建造，部分深湖相及膏盐沉积	1000～7000	次级断陷式凹陷
	断陷构造亚层	$K_1—J$	陆相河流湖泊碎屑岩建造及火山岩建造	2000～7000	谭庄—沈丘凹陷
地台构造层	上亚层	$T–P–C_{2-3}$	浅海—海陆交互及湖沼相含煤建造，碎屑岩建造，少量碳酸盐岩建造	3000～4500	鹿邑凹陷—倪丘集凹陷及沈丘凹陷以东
	中亚层	$O_2–\in$	海相碳酸盐岩、泥质岩建造	800～1300	全坳陷
	下亚层	$Z–Pt_2$	浅海碳酸盐岩、泥质岩建造	500～5000	全坳陷
基底构造层	上亚层	Pt_1	中浅变质，部分为深变质	＞500	坳陷北部
	下亚层	Ar	深变质		全坳陷

1.基底构造层

可分太古界（太华群）和下元界（嵩山群）两个亚层。太古界为高度混合岩化深度变质的片麻岩、变粒岩、角闪岩为主要岩性；下元古界为中等变质岩系以石英岩、片岩、大理岩为主要岩性。太华群分布于坳陷全区，嵩山群主要分布于坳陷北部。

2.地台构造层

可分三个亚层：上、中、下亚层。

下亚层：由中–上元古界即：熊耳群、汝阳群、洛峪群、震旦系罗圈组所组成。熊耳群主要分布西南部地台边缘地带，为巨厚的中酸性火山岩建造；汝阳群、洛峪群、震旦系主要为地台型特征的浅海相碎屑岩及镁质碳酸岩、硅质岩建造为主；震旦系为山麓冰川建造，本亚层分布坳陷全区。

中亚层：包括寒武系、奥陶系的海相碳酸岩、泥质岩及碎屑岩建造，岩性及厚度稳定，西部有变薄的趋势，缺失下奥陶统。

上亚层：该亚层岩性组合比较复杂，反映地台由稳定变为活动时期的特点。由于本亚层沉积前整个华北地台上升受到剥蚀，下部是以风化壳铝土岩为底层的浅海—滨海碳酸岩、细粒碎屑岩、泥岩含煤层系建造，为中石炭统本溪组、太原组；中部河流—三角洲及淡化海湾含煤碎屑岩建造，为二叠系山西组、石盒子组；上部较厚的红色、杂色河流浅湖相碎屑岩建

造，为上二叠统—三叠系的石千峰组—二马营组。石炭—二叠系为周口坳陷古生界主要气源岩。

3.断陷、坳陷构造层

印支运动后期-燕山运动，华北地台进入了明显活动期，处于分化阶段，由于断裂活动不断加强，形成了内陆断坳型河流湖泊沉积建造。特别是在喜山运动期间，断裂活动进一步增强，形成了山间断陷盆地，沉积单元分割性强，大部分以箕状凹陷为主，为内陆湖盆沉积建造。本构造层自下而上分三个亚层。

下亚层：断坳构造层

由上侏罗统和下白垩统组成，为内陆断坳型湖泊沉积建造。由于燕山后期及喜山期构造断裂运动进一步的分割及改造，使中生界受到不同程度的剥蚀，目前中生界为残存的部分，沉积中心于沈丘凹陷一带，生油岩厚度大于 1000 米，成为坳陷主要生油岩之一。坳陷边缘变为火山岩建造为主。

中亚层：断陷构造亚层

燕山运动后期—喜山运动期，新断裂运动进一步加强，使构造运动前幕所形成的构造形态复杂化，形成了 16 个次一级断陷式沉积凹陷，形成了以内陆河流—湖泊相为主的沉积建造。坳陷西部的舞阳、襄城、谭庄凹陷下第三系核桃园组生油岩较发育，舞阳、襄城两凹陷具有一定的生油能力，为勘探目的层之一。

上亚层：盆地坳陷构造亚层

该亚层由上第三系和第四系组成，属喜山运动后期的产物，以平原河流相为主的沉积物，分布广泛，呈水准平层，覆盖了整个周口坳陷，成为广阔的豫东平原。

四、构造单元划分

1.划分原则

①对周口坳陷的进一步划分基本按第三章第二节所述的原则及划分结果为基础，周口坳陷属豫东坳陷区内一个二级单元（坳陷），坳陷内进一步划分为次级构造，按顺序进一步列出划分级别；

②周口坳陷的基本构造格架，主要于中、新生代地质时期形成的构造格局，作为构造划分的主要依据；

③以白垩系-下第三系分布区或沉积单元作为凹陷或凹陷带的范围，为了便于油气勘探有利区评价，进一步划分至局部构造带（凹陷内二级构造带）；

④相对稳定的降起地质单元，中、新生界不发育或缺失，划为周口坳陷次级带，不再作进一步划分；

⑤按控制凹陷主干断裂展布的方向或构造的形态和方向划分各次级构造带；

⑥为了运用方便，构造各名称尽量沿用已用的术语。

2.划分结果

根据上述原则，将周口坳陷（Ⅱ级单元）进一步划分如下：Ⅲ级构造单元四个，Ⅳ级构造单元十五个（其中有三个较大的凹陷可划分 8 个次级凹陷），Ⅴ级构造单元（凹陷内的二级构造带 21 个）（表 5–4）（图 5–3）。

3.局部构造发育特征

根据地震资料及 1／10 万高精度重、磁力资料的综合解释，周口坳陷划分了 21 个二级构造带，包括有各种类型局部构造圈闭 105 个，总计圈闭面积 1352.9 平方千米。按形态分

类有背斜、断鼻、潜山等圈闭；按成因分类有挤压构造、差异压实、逆牵引、地层、岩性及岩浆、盐岩或泥岩塑性流动有关的圈闭（图5-4）。背斜和断鼻是主要圈闭类型，其中背斜25个，圈闭面积450.5平方千米；断鼻69个，圈闭面积718.5平方千米，两者共占构造总面积86.4%。构造类型的分布与沉积盆地类型有关：舞阳、襄城第三系生油有利凹陷，生油区内构造圈闭较不发育，多为岩性圈闭，如舞阳凹陷庄罗、叶县东、孟奉店等岩性圈闭；部分为断鼻构造，如襄城凹陷商桥、城高等构造。谭庄—沈丘中生界有利生油凹陷及鹿邑凹陷上古生界保存较好的地区，构造圈闭多，面积较大，背斜构造为主，也有其它类型圈闭。谭庄—沈丘凹陷有巴村地层圈闭、纸店泥丘底劈构造、范集、双楼山背斜、邢庄潜山等构造，共有34个局部构造，面积共293.8平方千米。鹿邑凹陷有李集地层圈闭、代集背斜等构造，共有19个构造圈闭，面积共335.5平方千米。

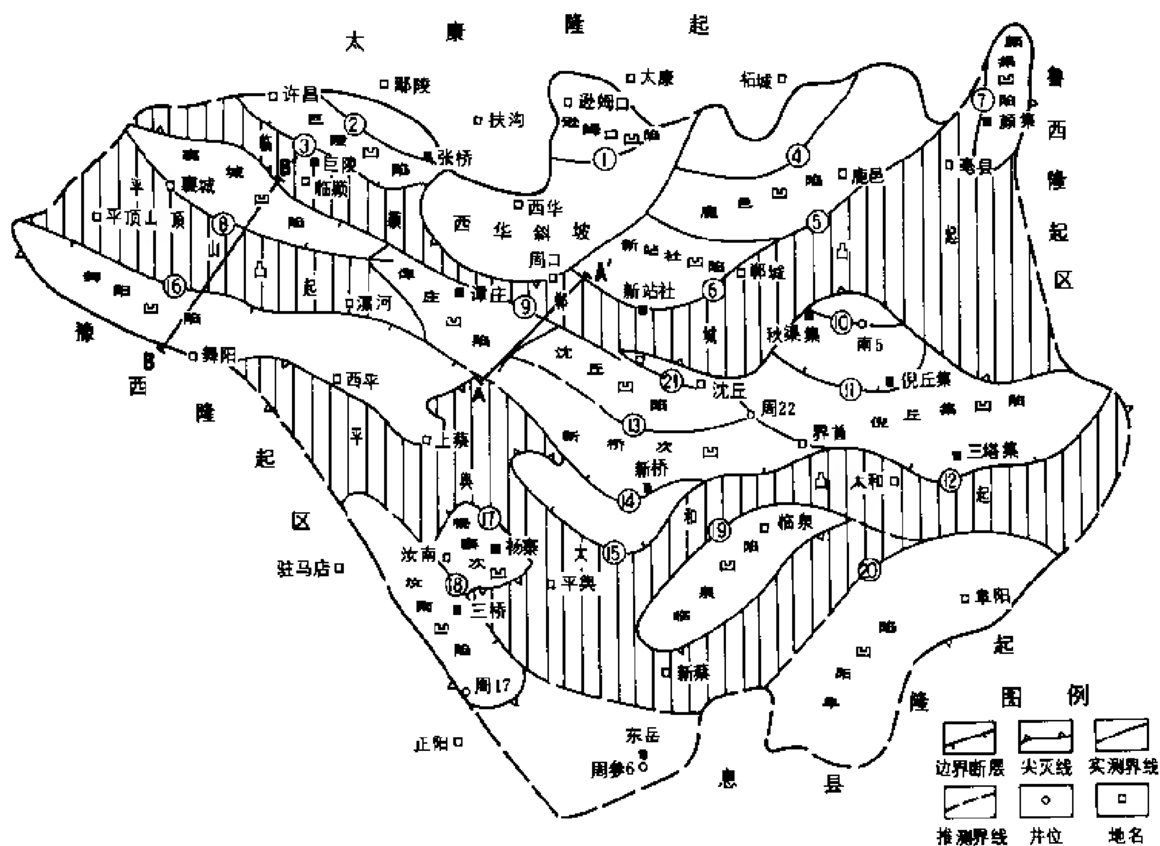


图5-3　周口坳陷断裂及构造单元划分图

经初步研究，周口坳陷的主要构造圈闭形成时期主要有四个时期：印支末期、燕山晚期、喜山早期和晚期。舞阳、襄城第三系凹陷，构造形成时期较晚，属喜山晚期。鹿邑凹陷多形成于印支末期，谭庄—沈丘凹陷多形成于燕山晚期，这些构造均受到喜山运动的进一步改造，被后期断层所切割、上下构造不吻合及构造轴部于燕山运动晚期上升曾受到局部剥蚀，使得油气运移、聚集条件复杂化。

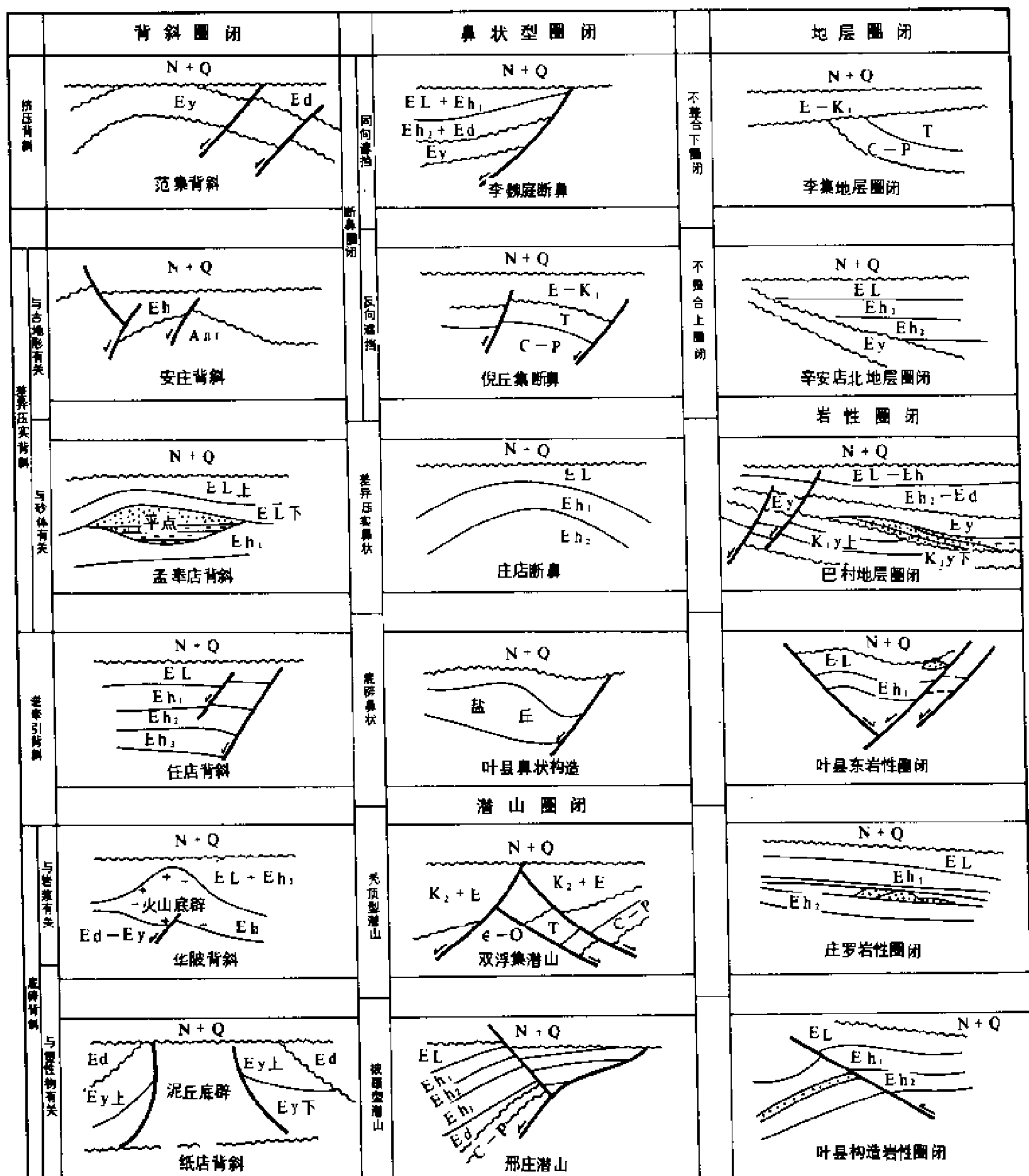


图 5-4 周口坳陷圈闭类型图

表 5-4　周口坳陷构造单元划分表

构造单元划分级次	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ					Ⅴ
名称及产状	坳陷	凹陷带（或）凸起带	凹陷（或）凸起	次凹	走向	面积（km^2）	主控断裂	凹陷内二级构造带
各构造单元划分情况	周口坳陷	北部凹陷带	巨陵凹陷		NWW	1000	固阳断裂	
			逊母口凹陷		SN	400	付草楼断裂	大程楼—大何庄背斜构造带
			鹿邑凹陷		NE	2500	郸亳断裂	玄武—任集断鼻构造带
								玉皇庙—十字河断鼻构造带
								大莲—代集背斜构造带
			新站社凹陷		EW	900	新站社断裂	李集—贾巨集断鼻构造带
			颜集凹陷		SN	400	沾县断裂	
		北部凸起带	临颍凸起		NWW	1300		
			郸城凸起		NE	2400		
		中部凹陷带	襄城凹陷		NWW	1000	襄郏断裂	宋庄—十里铺断鼻构造带
								母岭—大郭断鼻构造带
								城高—商桥断鼻构造带
			舞阳凹陷		NWW	1900	叶鲁断裂	叶县—孟寨店鼻状构造带
								王桥断裂背斜构造带
								坟台断鼻构造带
			谭庄凹陷		NWW	650	商水断裂	砖桥—双楼川断鼻构造带
								邓襄—方全寨断鼻带
			沈丘—新桥凹陷	南新桥次凹	NWW	2300	射桥断裂	
				北新桥次凹	NWW		新桥断裂	
				沈丘次凹	NWW		娄堤断裂	东岸集—娄堤背斜构造带
								智王寨—连池—曲集背斜带
								固墙—郑平楼—纸店断鼻构造带
			倪丘集凹陷	三塔集次凹			太和断裂	
				秋渠集次凹	NNE		秋渠集断裂	
				倪丘集次凹	NNE	2300	倪丘集断裂	大王庄断裂鼻状构造带
								光武—双浮集断裂构造带
		南部凸起带：平舆—太和（新蔡）凸起						
		南部凹陷带	汝南—东岳凹陷	杨寨次凹	NW	2350	殷湾断裂	赵庄—土岗断裂鼻状构造带
				三桥次凹	NW		三桥断裂	陈楼断裂鼻状构造带
			临泉凹陷		NE		临泉断裂	张寨—杨桥背斜构造带
			阜阳凹陷		NE		阜阳断裂	

第三节　新生界石油地质特征

一、第三系地层分布情况及其划分

周口坳陷第三系地层发育较全，下第三系分布于各凹陷中，东西分异明显，东部是舞阳、襄城、谭庄凹陷以东的其它凹陷，主要是古新统—上始新统玉皇顶组和大仓房组；西部是上述三个凹陷，主要分布始新统大仓房组和核桃园组，上第三系和第四系覆盖整个坳陷。各组段地层主要岩性及所产化石分述如下：

1.下第三系玉皇顶组（中古新统—下始新统）

棕、灰白色砂岩，紫灰色泥岩，组成三个次级旋回，化石组合也相应可划分为三段：

中古新统玉三段：棕色细砂岩，褐色泥岩，底为杂色砾岩。产小榆粉—脊榆粉—褶皱粉组合。厚为 162 米。

上古新统玉二段：灰、灰白色砂岩，杂色砾岩、砂砾岩，褐色泥岩。产小榆粉—褶皱粉—麻黄粉组合，华南新轮藻—长柱形纯头轮藻组合和细刺中华金星介—似压缩玻璃介—锐盲星玻璃介组合。厚为 224～696 米。

下始新统玉一段：棕灰色砂岩，褐灰色泥岩。产麻黄粉—凤尾蕨孢—漆树粉组合，华南新轮藻—常州厚球轮藻组合和河南金星介—近三角形真星介—网纹中华金星介组合。厚为 42～940 米。

本组在鹿邑、倪丘集、沈丘凹陷分别不整合于中、下三叠统、二叠系或下白垩统之上。分布广泛，但多为玉一、二段，仅在沈丘凹陷东端的周 22 井和倪丘集凹陷发现玉三段。该组分布的总趋势是东厚西薄、东老西新。

2.下第三系大仓房组（中始新统）

由棕红色泥岩、灰白色砂岩、杂色含砂砾岩组成，含化石稀少。厚为 108～1103 米。与玉皇顶组为平行不整合接触。其分布与玉皇顶组相似，但沉积中心向西偏移。

3.下第三系核桃园组（上始新统—中渐新统）

核桃园组可分为三段，并构成一完整沉积旋回，核三段下部为旋回的初期沉积，核三段上部至核一段下部为旋回的中期沉积，上部为旋回的晚期沉积。

上始新统核三段：灰、深灰、棕红色泥岩，灰棕色砂岩，局部含石膏。产榆粉—栎粉—双束松粉组合、克氏轮藻—冠轮藻组合和大呆板美星介—火红美星介—肥实美星介组合。厚为 298～1461 米。

上始新统核二段：深灰色、棕色泥岩，灰色细砂岩，褐色油页岩及膏盐岩。产松粉—栎粉—榆粉组合。轮藻、介形虫类与核三段相同。厚为 402～1070 米。

中、下渐新统核一段：紫、深灰色泥岩，灰白色砂砾岩夹盐岩、膏盐岩。产褶皱藻—楝粉—松粉—麻黄粉组合、伸长似轮藻—梨形克氏轮藻组合和肖庄美星介—廖庄美星介—荆河美星介组合。厚为 161～1138 米。

核桃园组与大仓房组及廖庄组为连续沉积。核二段与核一段之间有一超覆关系。它主要分布在谭庄凹陷以西的诸凹陷，东北方向沉积中心靠大断层一侧，东西方向上襄城、谭庄凹陷为东厚西薄，舞阳凹陷北厚南薄，核二—三段为主要生油层系，可与南襄盆地的泌阳、南阳凹陷核桃园组对比。

4.下第三系廖庄组（中、上渐新统）

灰白色、黄色含砂砾岩，紫红色泥岩。产楝粉—芸香粉—麻黄粉—凤尾蕨孢组合，轮藻和介形虫类与核一段相同。厚为72～869米。各凹陷的厚度均为西厚东薄。

5.上第三系和第四系（中新统—全新统）

下部灰绿色砂、泥岩互层夹砾岩；上部灰黄色粘土及流沙。产榆粉—拟桦粉—水龙骨单缝孢组合和苏北迟钝轮藻、磨拉石似轮藻等。厚为354～1905米。与下伏地层呈区域性不整合接触，分布在全坳陷。

二、岩相特征及储集层性质

周口坳陷下第三系的岩相特征，主要反映出气候干燥、蒸发量大的沉积环境，发育一套红色碎屑岩和盐湖相地层，核桃园组的暗色泥岩生油岩建造与盐岩层呈互层状或夹多层薄层膏盐层，生油层厚度为800～1500米，该组地层为周口坳陷西部石油勘探的主要目的层，主要分布于舞阳、襄城及谭庄三个第三纪的凹陷。这些凹陷是喜山期断裂运动所形成的断陷盆地，剖面上呈不对称单断式的箕状沉积盆地，沉积中心靠主控断层一侧，严格受到断层活动强弱的控制。舞阳、襄城两个凹陷，对称分布于平顶山凸起南、北两侧，分别受到叶鲁断裂及襄郏断裂的控制，沉积中心靠近平顶山凸起，呈长条状分布与断裂走向一致。谭庄凹陷受北侧商水断裂的控制，位于襄城凹陷以东，沉积中心靠近北部临颍—郸城凸起（图5—5）。纵向上和平面上的岩相组合总的有以下特征：

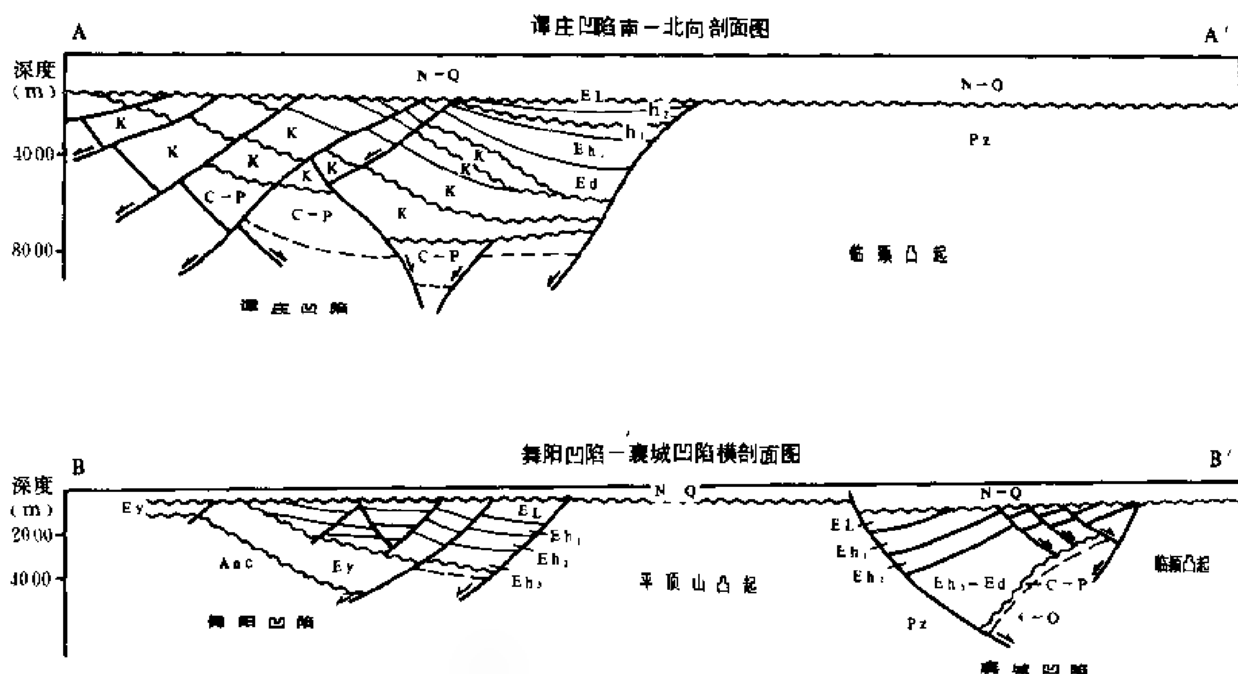


图5—5　周口坳陷西部下第三系箕状凹陷剖面图（剖面位置见图5—3）

1.周口坳陷西部下第三系剖面为一个完整的盐湖沉积旋回

纵向上下第三系剖面沉积组合，反映出早第三纪沉积湖盆形成、发展、结束的完整发育过程，下第三系以核桃园组为主体组成红—灰—红、粗—细—粗的完整沉积旋回。核桃园组核三段下部及大仓房组为一套河流洪积平原的红粗碎屑岩；核三段上部至核一段中部为一套湖泊—盐湖相的暗色泥岩、砂岩及盐膏层，反映湖盆较稳定沉积时期的发展阶段；核一段上部至廖庄组为一套河流泛滥平原相的红色砂、泥岩。

由于控制舞阳、襄城与谭庄三个凹陷的断裂活动强弱及时间上早晚的差别，使得核桃园

组生油岩发育段的层位分布及咸化程度相应产生差异。

舞阳凹陷为咸化程度最高的凹陷，面积 1900 平方千米。主要生油岩段核桃园组厚约 3500 米，其中暗色泥岩 800 多米，盐岩层发育，主要分布核二段到核一段，与生油岩呈不等厚互层，成熟生油岩面积 209 平方千米。盐岩在较深湖相范围内一般单井厚 200～300 米，最厚达 602 米（舞 3 井），一般单层厚度为 5～15 米。有利生油区内较典型的盐湖环境，反映当时周围水体不活跃，入湖河流注水量小于盆地的蒸发量，入湖河流能量小，很快减弱、消失，砂岩体延伸不远，造成以盐岩为盖层的成熟生油岩与砂岩储集层呈横向相变关系，构成侧变式生、储组合。

襄城凹陷咸化程度次之，面积 1000 平方千米，核桃园组厚 3000 多米，其中暗色泥岩厚 1500 米，较深湖相主要分布核三段到核二段，湖中心位于襄参 1 井附近，于核三段常见深灰色泥岩具石膏及盐岩完整晶体，或夹薄层含膏泥岩、泥质白云岩。该相带砂岩层不发育，一般为薄层状，向边缘砂岩变厚。

谭庄凹陷基本上属淡水湖相沉积，面积 600 平方千米。核桃园组厚 2600 米，较深湖相分布于核桃园组二段，成熟生油岩面积仅 172 平方千米，暗色泥岩于沉积中心区，厚约 400 米，主要岩性为砂、泥岩不等厚互层，夹少量膏质粉砂岩、泥膏岩，谭参 1 井于井深 3034～4150 米（井底），夹 13 层玄武岩，累计 251.4 米，说明核三段沉积期间火山喷发活动频繁。

2.平面上相带呈不对称的环状分布

第三系核桃园组沉积时期，平面上相带均呈不对称环状分布，继承性强，可以舞阳、襄城凹陷核二段沉积岩相图为例（图 5-6A、图 5-6B）。舞阳凹陷从沉积中心到边缘可划分三个主要相带：半咸水较深湖相，岩性以深灰色泥岩、盐岩层及泥膏层为主，为封闭沉积区。淡—半咸水滨浅湖相，内带岩性以灰色泥岩夹盐岩层、泥膏层及砂岩；外带泥岩颜色变浅，为浅灰、灰绿色、灰紫色，膏盐层减少，各类砂岩体较发育。外围为河流相以紫红色泥岩、砂岩及砾岩呈不等厚互层。襄城凹陷湖水咸化期相对较早，于核三段晚期；舞阳凹陷较晚，为核二段—核一段沉积时期。谭庄凹陷生油岩质量差，而且大部分不成熟。

3.砂岩体近源特征明显，成熟度差

（1）沉积主要类型　舞阳、襄城两个凹陷都是以一侧主断裂下沉，所形成的长条状的早第三纪山间沉积凹陷，其走向展布与主断层走向一致，四周的入盆水系发育，不同类型的砂岩体沿盆地四周分布，可分成如图 5-6 四个主要类型：三角洲、近源三角洲、水下冲积扇及冲积锥砂岩体。

（2）砂岩体主要特征　①砂岩体伸入湖区不远，砂体不甚发育，如舞阳凹陷西部舞 6 井，核二、一段砂岩占地层厚度的 59～67%，向湖内东部舞 3 井很快减薄，仅占 0.1～11%。襄城凹陷西部靠近边缘的襄参 2 井，核三、二段砂岩占地层厚度 22～31%，至中心部位襄参 1 井仅占 3.8～16.6%，表明向湖盆中心半深湖相区砂岩不发育，以咸化的盐湖沉积环境为主要特征；②砂岩的成份和结构成熟度偏低，主要为长石砂岩和岩屑砂岩类，仅在中心沉积区见少量石英砂岩。砂岩结构为不等粒，常见含砾砂岩、磨圆度差为次圆或次尖，胶结物以泥质为主；③物性较好，孔隙度平均值 15%左右，平均渗透率约为 0.4738 平方微米左右；④各类型砂岩体主要岩性组合特征及沉积结构、构造，反映出水动力条件较强，由于凹陷呈长条状展布，根据砂体平面上展布方向与凹陷走向的关系，大体可分为两大类：基本上平行于凹陷走向及垂直于凹陷走向，前者为三角洲砂岩体；后者多为水下冲积扇、冲积

锥砂岩体。虽然都具近源特征以河流相为主，但后者更为常见。各类砂岩体详细分述如下：

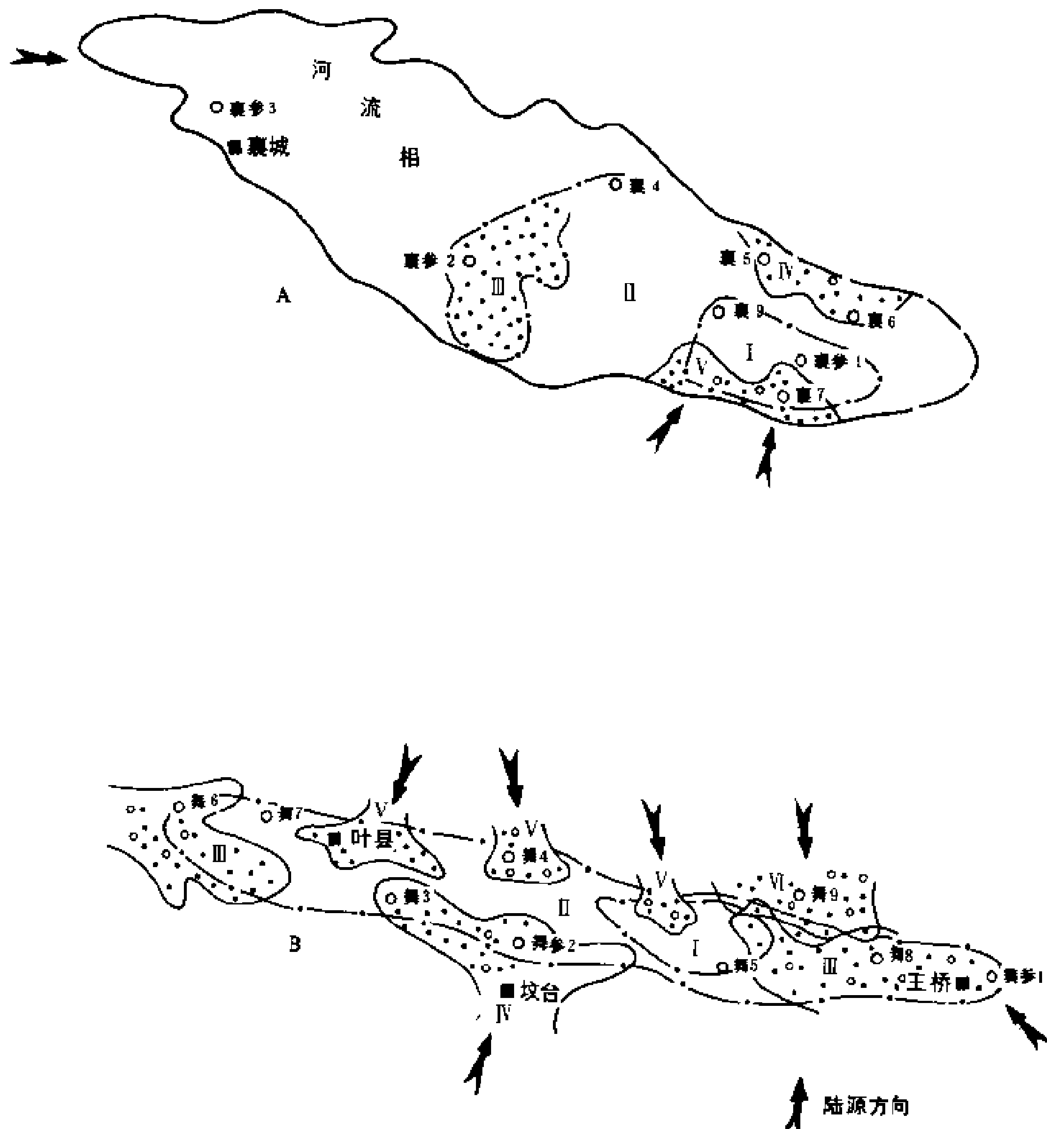


图 5-6　襄城、舞阳凹陷核桃园组核二段沉积岩相图

Ⅰ—半咸水较深湖相；Ⅱ—淡—半咸水滨湖相；Ⅲ—三角洲相；

Ⅳ—近源三角洲；Ⅴ—水下冲积扇；Ⅵ—冲积锥

a、三角洲相：以舞阳凹陷舞参2—舞3井三角洲为例，舞3井离物源相对较远，该井核二段砂岩处于三角洲前缘相，岩性为粉、细砂岩、含砾砂岩与灰、红色泥岩组成反韵律为主的层序（图5-7A），单韵律厚度为0.2～5米。层理类型较多，以交错层理、波状层理为主，常见搅混构造。这些层理在单层砂岩中往往组成一定的序列，自下而上为水平层理→交错层理→平行层理与块状层理，反映水动力条件由弱到强的过程。粒度概率曲线主要有二段式、三段式和二段式加过渡段三种类型：

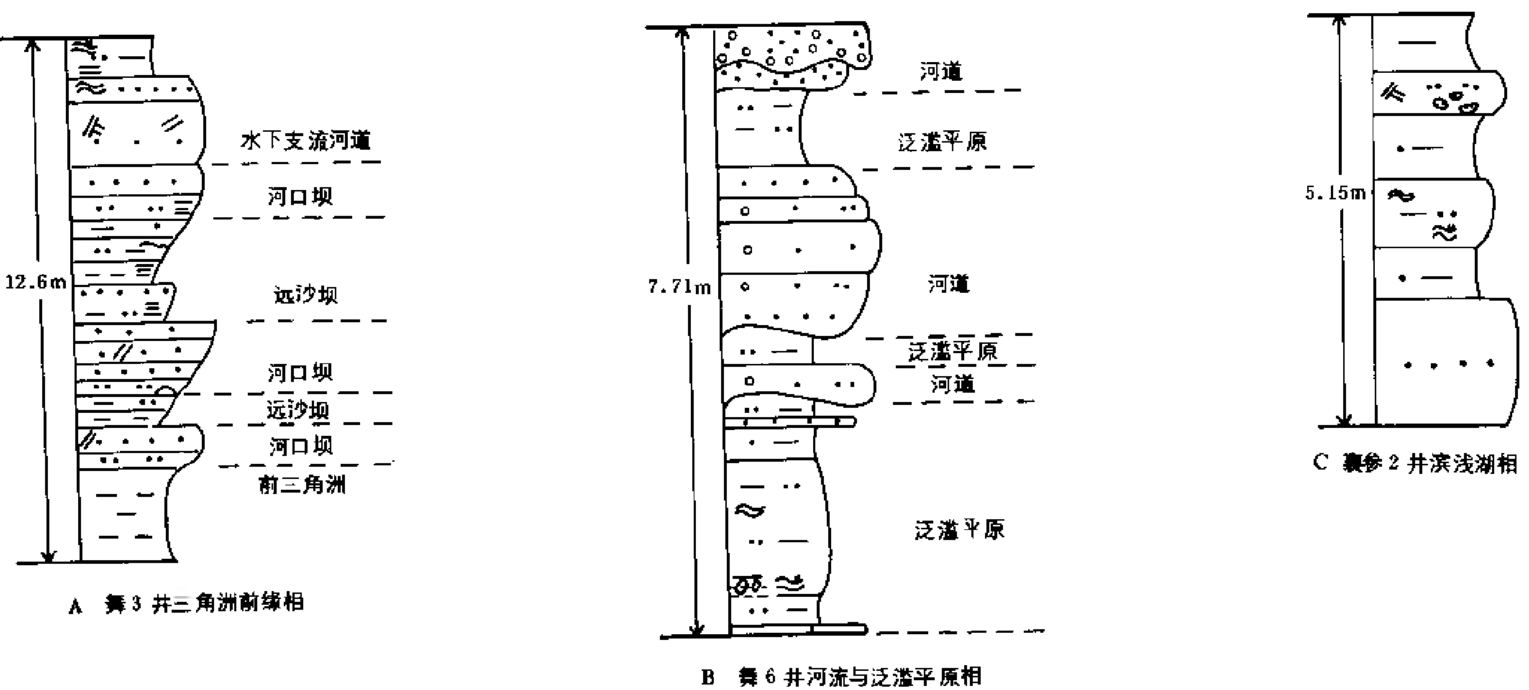


图5–7 舞3、舞6、襄参2井下第三系沉积序列图

二段式：由悬浮和跳跃两部分组成，跳跃部分含量60～70%，粒级变化区间在0～3.5Φ之间，斜率30～35°之间。

二段式加过渡段：除具悬浮和跳跃两部分外，其间有过渡带，悬浮部分含量较低为10%左右；跳跃部分含量50～60%，粒级0～3.5Φ、斜率45～50°，分选较好。过渡段悬浮部分含量20～30%，粒级变化3～4.5Φ。

三段式：由悬浮、跳跃、滚动三部分组成，其中滚动部分含量为5～15%，粒级为0.5～2.5Φ，斜率为20～25°。

舞参2井较靠近物源方向，粒度相应较粗，CM图形态不但具三角洲PQ级性质，也有冲积扇的特点，C值为300～1000μ，M值在110～200μ之间，见较多含砾砂岩及中、粗砂岩，可能属三角洲河流砂坝型沉积。

b、洪积河流相：舞阳凹陷西北部靠断层陡带的舞6井，核二²段砂岩近源特征更为明显，砂、砾岩占地层厚的67.4%。岩性组合为浅棕红色砾状砂岩、含砾砂岩、中粗砂岩夹紫红、杂色砂质泥岩及泥岩，砂、砾岩成熟度低，砾石成份杂。沉积构造以正韵律为主，二元结构明显（图5—7B）。单韵律厚度0.5～3米，最大可达10米左右，韵律下部即"粗"部，多为砾状砂岩、含砾砂岩，与下伏泥岩呈突变接触，冲刷面清晰，反映了冲刷堆积的特点。层理类型较多，砂砾岩和粗砂岩中，以平行层理和斜层理为主，交错层与块状层理次之；细、粉砂岩中，以波状交错层理、变形层理为主，反映了单向水流作用强的特征。另外，在上述韵律层之上常见泥质砾状砂岩，厚度为1.5～8.5米，岩性混杂、块状、无韵律性，泥质含量高，属泥石流沉积。

上述特征属洪积河流相特征，可进一步细分河道沉积相及泛滥平原相。.

c、三角洲前缘相：襄城凹陷襄参2井位于西部三角洲前缘的相带，见图5—6B。岩性较细，底部为细砂岩，上部为灰、灰紫、灰绿色泥岩、泥质粉砂岩夹粉、细砂岩（图5—7C）。砂岩水平层理和波状层理发育，砂岩厚度占地层厚度22.3%。向东七公里至襄参1井沉积中心部分，岩性更细，泥岩为深灰色，砂岩层占地层厚度16.6%，夹少量泥膏层。

d、冲积锥：襄城凹陷南部襄7井位于典型的庄店冲积锥，见图5—6A。岩性粗，核二段到核三段以棕黄色、棕褐色、杂色砾状砂岩、含砾砂岩及细砾岩为主。井段2481～3600.24米（井底），厚度1137.24米，上部砂、砾岩占地层厚度77.5%；下部为100%的砂砾岩。砂、砾岩，岩性较杂，成分以长石、石英为主，含少量岩块及暗色矿物，分选差，颗粒呈棱角—次圆状。冲积锥延伸长度小，向北2.5千米的襄参1井核二～三段砂岩仅占地层厚度16.6～0%，砂、砾岩层大部分尖灭。由于冲积锥砂、砾岩长期堆积与周围深凹陷泥岩形成明显的差异压实，形成了庄店典型的差异压实鼻状隆起，核二段底构造面积为1.8平方千米，幅度达150米。

三、生油岩特征

1.有机质丰度

周口坳陷西部第三系生油层主要分布于舞阳、襄城、谭庄三个凹陷，层位为核桃园组核一～三段，由于各断陷盆地发育的差异性，使得各凹陷的生油岩发育程度及有机质丰度有明显的差异，舞阳凹陷生油岩有机质丰度高，其次为襄城凹陷，最差为谭庄凹陷。

舞阳凹陷核桃园组最厚达3500多米，其中生油岩厚达1000米左右，成熟生油岩面积269平方千米。核一段有机碳平均值1.5%，氯仿沥青"A"平均值2290ppm，总烃平均值785ppm，生油潜量7.4公斤／吨，属好生油岩。核二段生油潜量为3.41～3.59公斤／吨，

属中等生油岩，核三段生油岩仅 1.23 公斤／吨，属较差生油岩（表 5–5）。

表 5–5 舞阳凹陷有机质丰度表[1]

层位	有机碳（%）		氯仿沥青 "A"（ppm）		HC（ppm）		S_1+S_2（kg／t）	
	加权平均	样品	加权平均	样品	加权平均	样品	加权平均	样品
核$_1$	1.50	170	2290	36	785	13	7.4	42
核$_2^1$	1.15	124	1559.1	33	516	14	3.41	14
核$_2^2$	1.04	167	951.4	36	311	14	3.59	23
核$_3$	0.69	69	663.8	29	344	8	1.23	7

①据舞参 1、2、3、4、5、6、7 井和舞钾 1 井资料统计。

襄城凹陷核桃园组厚达 3000 多米，生油层最厚约 2000 米，层位为核二～三段，成熟生油岩面积为 209 平方千米。有机质丰度在纵向上（从核一段～核三段）虽有变差的趋势，但总的变化幅度不大，以有机碳、可溶烃及生油潜量的值衡量，基本上均属较差生油岩（表 5–6）。

表 5–6 襄城凹陷有机质丰度表[1]

层位	有机碳（%）		氯仿沥青 "A"（ppm）		HC（ppm）		S_1+S_2（kg／t）	
	加权平均	样品	加权平均	样品	加权平均	样品	加权平均	样品
廖庄	0.2	12						
核$_1$	0.69	79	815	52	296	14	1.72	18
核$_2^1$	0.54	113	567	56	243	16	1.01	30
核$_2^2$							0.76	9
核$_3$	0.51	58	313	27	296	5	0.75	26

①根据襄 1、2、3、4、5、6、9 等井资料。

表 5–7 谭庄凹陷有机质丰度表

层位	有机碳（%）		氯仿沥青 "A"（ppm）		HC（ppm）		S_1+S_2（kg／t）	
	加权平均	样品	加权平均	样品	加权平均	样品	加权平均	样品
廖庄	0.1	24						
核$_1$	0.38	12	282.25	4	313.0	5	0.32	8
核$_2$	0.43	43	664.33	6	327.5	6	0.59	17
核$_3$	0.38	11	359.17	6	213.2	5	0.11	12

谭庄凹陷核桃园组厚2600米左右，生油层厚740米左右，核一～三段有机质丰度比上述二个凹陷低，有机碳0.38～0.43%，生油潜量仅0.11～0.59公斤／吨，属差生油岩（表5-7）。由于大部分生油岩未成熟，故谭庄凹陷生油层未作为油源岩进一步研究。

2.有机质类型

（1）元素组成特征　根据舞3、舞钾1及襄9井等为代表的34块岩石样品分析的H／C（氢碳比）和O／C（氧碳比）原子比值结果，作分类图（图5-8），可看出下第三系干酪根大部分为Ⅰ～Ⅱ型，小部分为Ⅲ～Ⅳ型。Ⅰ型大部分以舞3井资料为主，H／C比值＞1.3，最大达1.47；Ⅱ型则以襄9井资料为主，H／C比值－1.3～1.0，该井资料及舞3井廖庄组浅部资料少部分为Ⅳ型，H／C比值＜1.0。

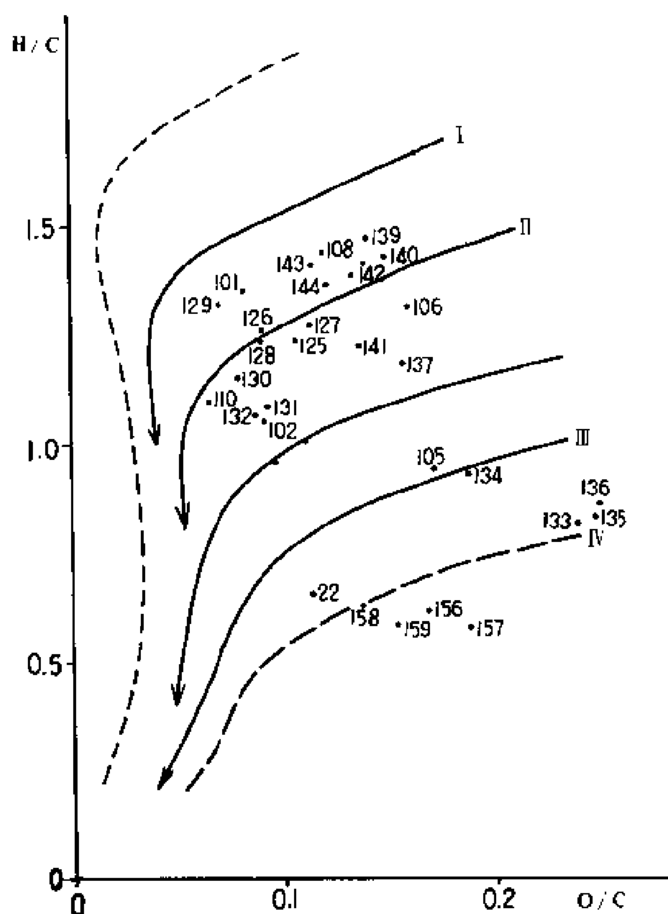


图5-8　周口坳陷下第三系干酪根H／C、O／C原子比演化类型图

（2）干酪根显微组份　①Ⅰ型干酪根以无定形体和藻质体为主要成分，包括来源于陆生（主要草本）植物经生物降解的产物、藻类的生物降解产物及壳质体的降解产物，常见藻类、花粉和菌孢，镜质体和惰质体罕见，尤其是舞钾1井1347.7～1349米的样品中见到了类似油页岩的无定形组分。这种类型为含腐殖－腐泥型的干酪根，是本区最好的干酪根类型（舞阳型）；②Ⅱ型干酪根，除无定形和藻质体外，含有更丰富的孢粉等壳质体，有的保存很好，部分已遭受过生物降解。无定形主要属藻类和陆生植物的微生物降解产物，含少量树脂体及植物残片，属混合型干酪根，为本区质量次之的类型（襄城型）；③Ⅲ型干酪根，陆生植

物的残余结构清晰，有较多的镜质体，常见孢粉和树脂体，偶见藻类，为腐殖型干酪根，于襄城凹陷及舞阳凹陷浅层廖庄组见少部分这种类型干酪根，质量最差。

(3) 红外光谱的类型参数　①红外光谱 1460cm^{-1}、2920cm^{-1} 与 1600cm^{-1} 的比值：红外光谱与干酪根富含脂族基团有关的为 1460cm^{-1} 或 2920cm^{-1}，与富含芳香族成份有关的为 1600cm^{-1}，因此，1460cm^{-1}／1600cm^{-1} 与 2920cm^{-1}／1600cm^{-1} 比值，可反映富含脂族基团丰度。根据 H／C 的各干酪根类型的界限值相应关系，可定出周口坳陷下第三系各类干酪根相应的上述两个比值，作图结果（图 5–9、图 5–10）：舞阳凹陷Ⅰ型干酪根为主，2920cm^{-1}／1600cm^{-1}＞2.0，1460cm^{-1}／1600cm^{-1}＞0.75；襄城凹陷Ⅱ型干酪根为主，2920cm^{-1}／1600cm^{-1} 为 2.0～1.0，1460cm^{-1}／1600cm^{-1} 为 0.75～0.40，部分Ⅲ型 2920cm^{-1}／1600cm^{-1} 为 1.0～0.5，1460cm^{-1}／1600cm^{-1} 为 0.40～0.20。

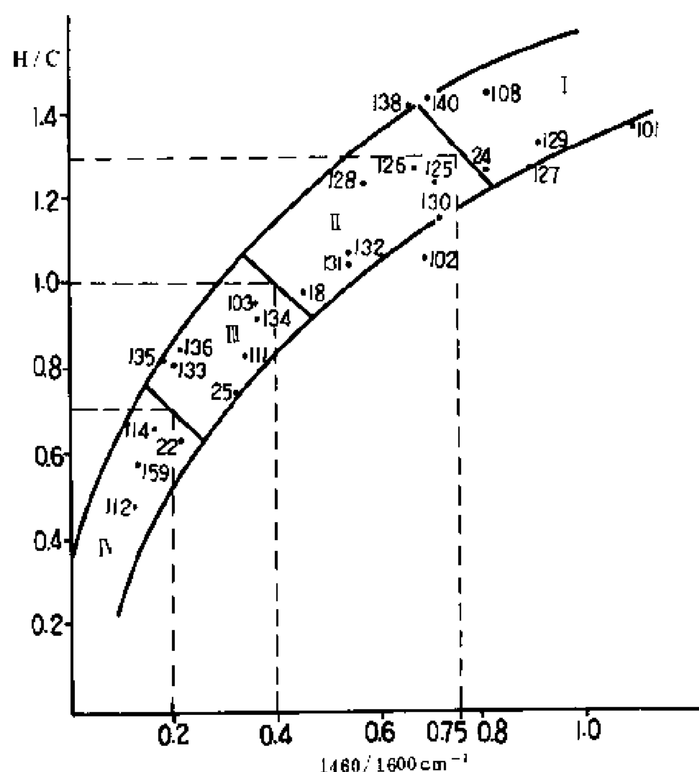


图 5–9　干酪根 H／C 原子比与 1460／1600cm^{-1} 的相关图

②干酪根红外基团的分布特征：干酪根红外基团主要是三大红外基团：1460cm^{-1}（饱和烃）、1600cm^{-1}（芳烃）、1710cm^{-1}（O.N.S—杂环），各类型及各不同成熟度的干酪根，在上述的三大基团组成的三角图有其相当的位置。根据任二井 2 块未成熟的生油岩，用人工热解试验，以 50～100℃间隔为一个测点，实验结果如下（图 5–11）：

随着干酪根热解程度的增加，总趋势为含氧基团的脱除，同时芳核进一步缩合。第一阶段与成岩作用阶段相当（干酪根熟化阶段），热模拟温度 250～350℃，R_o＜0.75%，主要为干酪根脱氧、脱羧，脂族基团相对富集（1460cm^{-1} 百分比相对增高），1460cm^{-1} 及 1710cm^{-1} 均为 50%左右。第二阶段温度为 350～500℃，R_o＝0.75～2.0%，为干酪根成熟产烃阶段。第三阶段温度＞500℃，R_o＞2.0%，为干酪根过成熟产生干气阶段，属Ⅲ型干酪根产气的主要阶段，同时也是干酪根加速芳烃的缩合，表现为 1600cm^{-1} 百分比显著增加，1460cm^{-1} 减

少。将第三系红外三项主要基团百分比投入图中（图 5–12），干酪根类型大部分为Ⅰ及Ⅱ型，与上述划分的类型吻合，但所取样品大部分属低演化阶段，含氧基团相对较高，$R_o<0.75\%$。

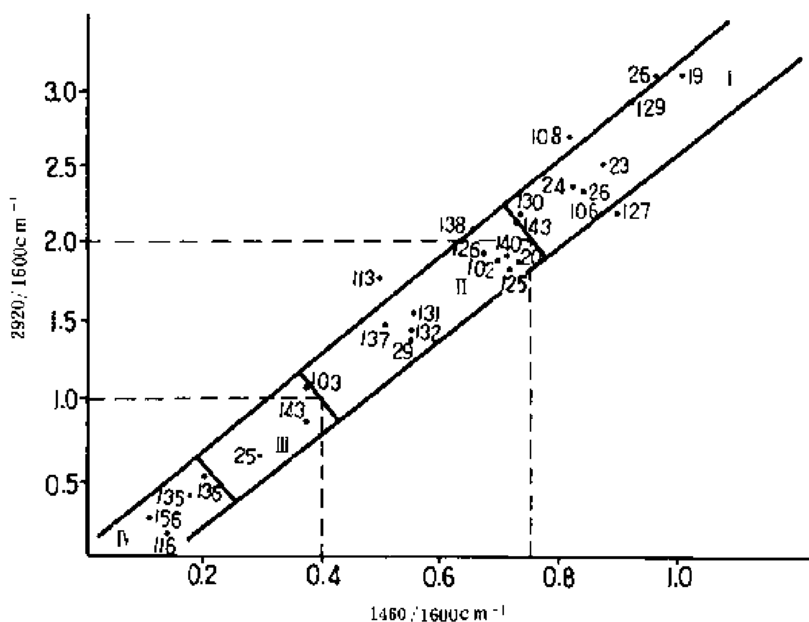


图 5–10　红外光谱 2920／1600～1460／1600cm⁻¹ 相关图

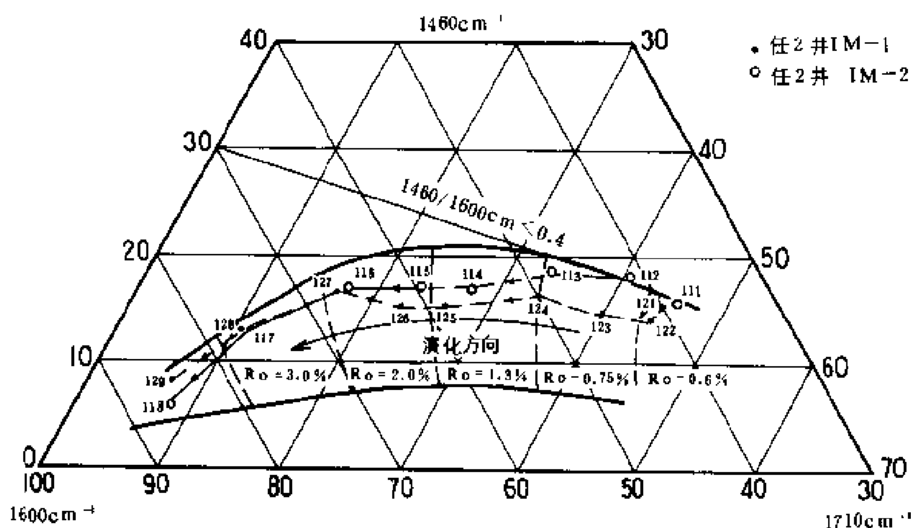


图 5–11　干酪根热模拟红外光谱所示基团结构组成图

(4) 稳定同位素 δ^{13}c 的含量　第三系干酪根的 δ^{13}c 值大部分在–23～–25‰的范围值之中，根据陆相淡水—微咸水沉积界限：Ⅰ型<–28.0‰；Ⅱ型–28.0～–26.0‰；Ⅲ型>–26.0‰。但考虑到舞阳、襄城凹陷咸化度较大，影响 δ^{13}c 的含量比一般淡水湖偏高，可影响幅度值可达 1.5～2‰，因此，结合咸化因素干酪根类型仍然为Ⅰ～Ⅱ类较妥。

综合上述各值，舞阳凹陷Ⅰ型干酪根特征值及襄城凹陷Ⅱ型干酪根特征值比较明显，但

$\delta^{13}C$ 值普遍偏高，这与咸化的湖盆沉积环境有关。Ⅰ型各项值：H／C 比值 1.31～1.47，红外光谱主要官能团比值：$1460cm^{-1}$／$1600cm^{-1}$ 为 0.704～0.912、$2920cm^{-1}$／$1600cm^{-1}$ 为 2.159～3.364，$\delta^{13}C$ 含量为−22.85～−25.92‰。Ⅱ型干酪根各项值：H／C 比值 1.06～1.27，红外光谱主要官能团比值：$1460cm^{-1}$／$1600cm^{-1}$ 为 0.541～0.889、$2920cm^{-1}$／$1600cm^{-1}$ 为 1.405～1.909、$\delta^{13}C$ 含量为−22.69～−24.52‰。

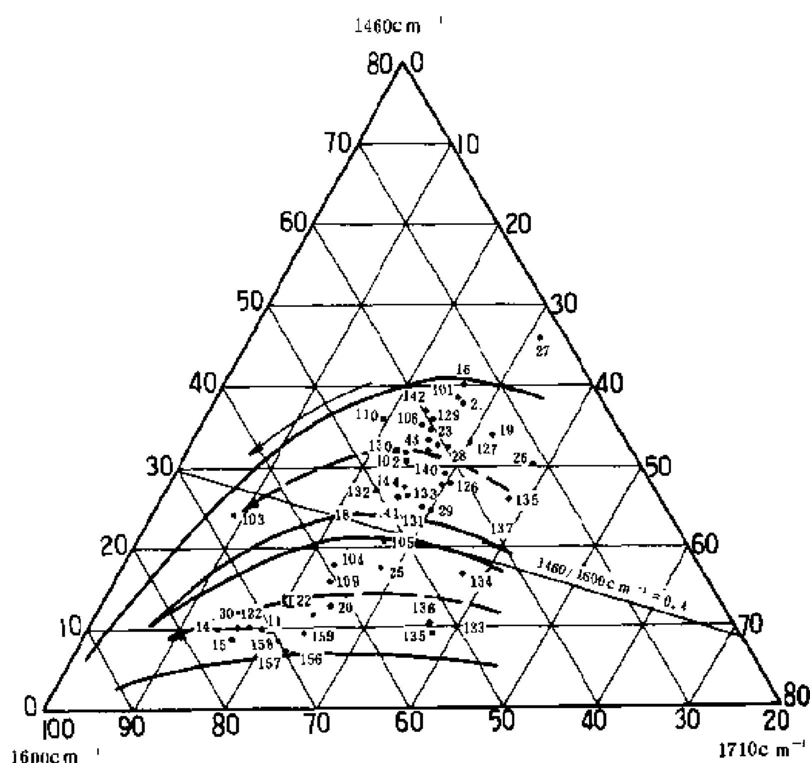


图 5−12 周口坳陷下第三系干酪根红外光谱基团组成三角图

3.有机质的热演化

（1）镜质体反射率随埋深变化情况（图 5−13） 根据舞阳、襄城、谭庄三个凹陷所测定镜质体反射率随深度的变化关系，资料的相关程度好坏与凹陷咸化程度有关。舞阳凹陷膏盐沉积最发育的回归线相关系数最差仅为 0.62，舞钾 1 井和舞 5 井为 800～1800 米井段，Ro 值均小于 0.5%。舞 3 井于井深 2560 米有一个测点 Ro 值为 0.6%。该井热解色谱资料，2700 米以下热解最高温度均超过 435℃（Tmax），干酪根成熟门限深度定为 2650 米。襄城凹陷咸化程度较差，相关程度较好，襄参 1 井资料回归线的相关系数为 0.85，深度 2600 米相应的 Ro 值为 0.45%，3200 米时，Ro 则为 0.6%。据热解色谱资料，在井深 2600 米最高热解温度开始出现大于 435℃的点值，3200 米以下较明显，因此，2600～3200 米井段可定为干酪根初步成熟段，3200 米以下为成熟段。谭庄凹陷是三个凹陷中咸化程度最低的凹陷，谭参 1 井的资料相关程度最好，回归线相关系数为 0.98，井深 2800 米相应的 Ro 值为 0.5%，干酪根成熟门限深度 2800 米左右。

（2）芳烃的热演化特征 一般生油岩及原油中的三芳甾烷来源于甾烷的芳构化作用，它的含量随成熟度加深而增加，也受沉积湖盆咸化程度的影响，相对含量随咸化程度的增加而

图 5-13 舞阳、襄城、谭庄凹陷核桃园组 Ro 值随深度变化图

图 5-14 芳烃馏份中三芳甾烷含量与成熟度关系图

图 5-15 芳烃馏份中三芳甾烷含量随深度分布图

减少。周口坳陷西部第三系的三芳甾烷／芳烃总量的比值，随成熟度的加深其增加值有规律的变化。取 $\alpha\alpha\alpha-C_{29}$ 甾烷 20S／（20S+20R）的比值作为成熟度值与上述比值作关系图（图 5-14），由图中可以看出：

1）舞钾 1 井与襄 9 井并不处在同一演化序列之中，同成熟度（0.05～0.15）比较，襄 9 井的三芳甾烷含量明显高于舞钾 1 井，说明襄城凹陷的还原环境要比舞阳凹陷弱一些（舞阳凹陷咸化度较高）。

2）两门井三芳甾烷峰值出现的相应成熟度参数值为 0.2，值 0.25 则为成烃门限值。可看出甾烷的芳构化作用主要发生在成岩作用阶段，并在成岩作用后期达到了高峰，同时随着成熟参数加深与脱羧作用同步而反向，而且随着还原环境的还原作用加强，甾烷的芳构化作用减弱。再根据成熟参数值 $\alpha\alpha\alpha-C_{29}$ 甾 20S／（20S+20R）为 0.25 作为成烃门限值，找出相应的三芳甾烷／芳烃总量的百分比值，舞钾 1 井与襄 9 井分别为 30%及 47%，再将该比值作出与深度的关系找出门限深度（图 5-15），可确定成烃门限深度，舞阳凹陷成烃门限深度为 2850 米，襄城凹陷为 2870 米。舞阳凹陷据此法作出的成烃门限深度比根据镜质体反射率 Ro%所定的成熟门限深度偏大。

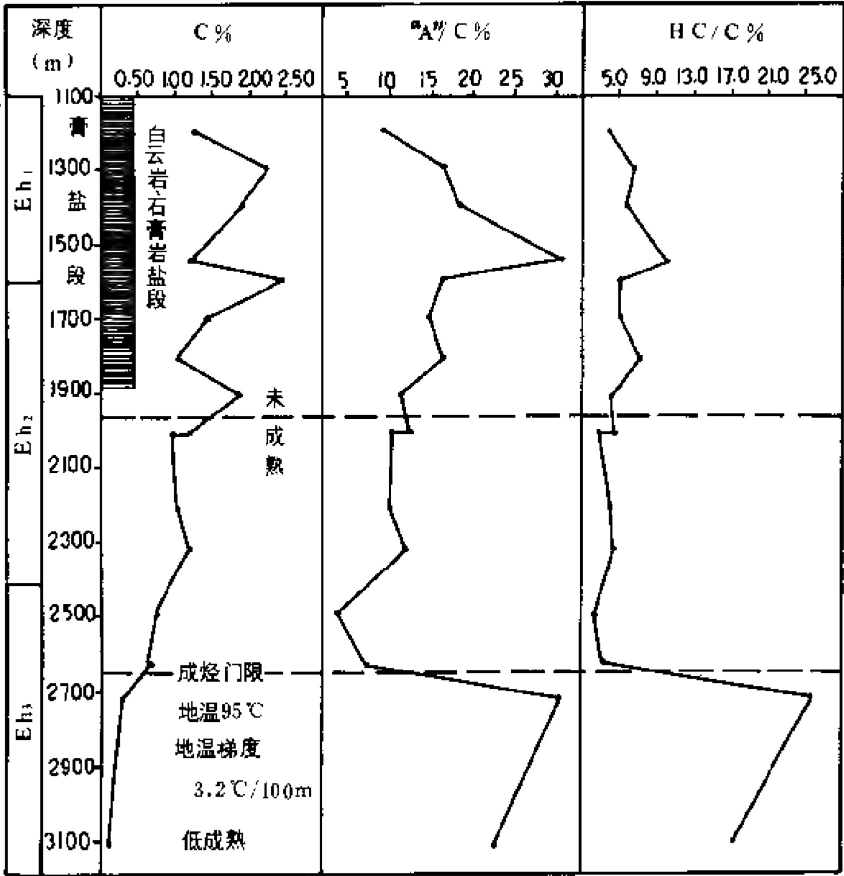


图 5-16 舞 2 井有机碳、氯仿沥青"A"的转化率、烃转化率随埋深的变化图

(3) 氯仿沥青"A"的转化率、烃转化率随埋深的变化关系 舞阳凹陷以舞 2 井资料为代表（图 5-16）作成地球化学剖面，可看出膏盐沉积富集剖面有机质的沥青和烃转化率相对较高的特点，尤其与成烃门限深度 2560 米以上对比更为明显，一般为 10%，而在膏盐段高

达 16.5～31%。由于舞阳凹陷有机质富集的生油岩与膏盐段呈互层状，层位相对较新（核一～核二段上部），埋藏相对较浅，呈现出一种“逆演化”现象，即随埋深增加有机质的转化率下降，只有达到成熟门限深度（2650 米，地温 96℃）才突然回升。但该井在成烃门限深度以下，有机碳含量只有 0.1～0.3%属非生油范畴。这种生油岩与成熟井段不配置及盐膏段非成熟生油岩的这种“逆演化”特点，表明舞阳凹陷未成熟石油的勘探具较重要的意义。

襄城凹陷以襄参 1 井资料为代表，作成地化剖面（图 5-17），低成熟段一般沥青转化率 3%，在膏盐段可达 5.0～5.5%。与舞 2 井相反，核桃园组咸化段主要于下部核二段，上部盐湖相有机碳含量为 0.8%，下部较低为 0.6%，但相差不大，因此，膏盐段有机质转化率相对高值就叠加到有机质热演化随埋深而增高的背景幅度中，表现为奇峰突出式转化值突变性质。根据图中有机质演化趋势线，结合生物标志参数，该井成烃门限深度为 2600 米（温度 92℃），2600～3200 米为低成熟演化阶段，而埋深 3200 米（地温 140℃左右）以下，沥青转化率＞14.0%，有机质完全成熟，属完整的演化剖面，低成熟和成熟生油岩纵向上占较大的比例，对石油勘探具有较重要的意义。

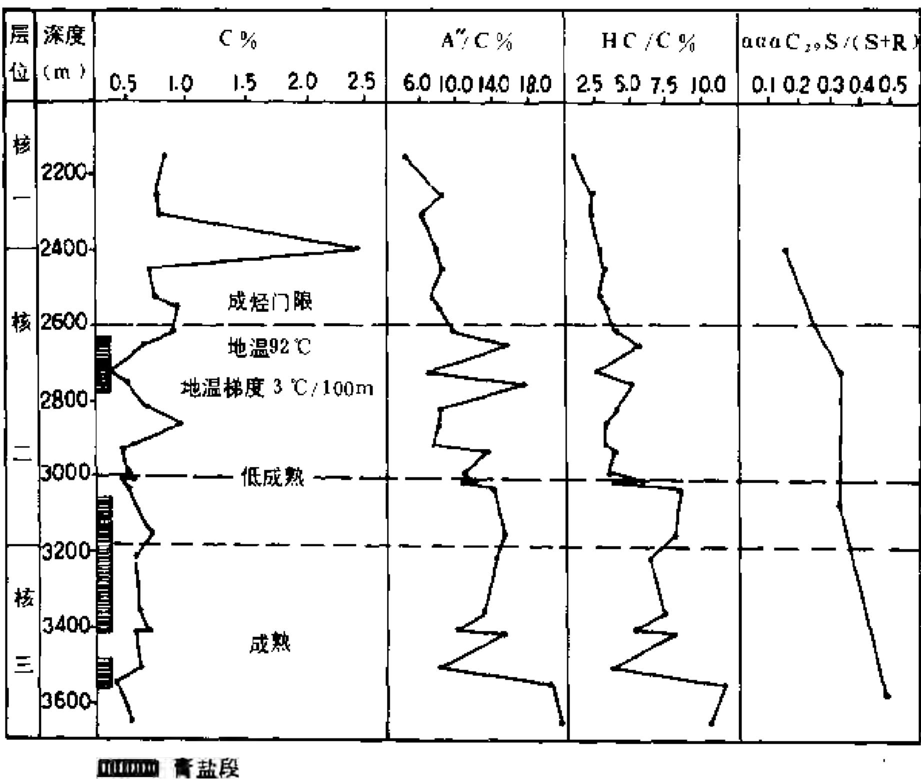


图 5-17　襄参 1 井有机碳、氯仿沥青“A”的转化率随埋深变化图

四、油气远景评价

1.计算方法

周口坳陷西部第三系的生油凹陷油气资源评价，我们主要采用了二种方法：a、数字化积分法；b、蒙特卡罗法（Monte corlo）。蒙特卡罗法的基本原理及方法前章（第四章第八节）已详述，主要是用概率法统计，计算结果取值时，取 20%、50%、80%三种概率的相应值。数字化积分法是以生油层取得的残留氯仿“A”资料为基础，需要编出氯仿“A”等值图

及有效生油岩等厚图，将两张图用跟踪扫描法由数字化桌输入计算机，按一定数学模式计算各输入点的生烃强度，最后绘制生烃强度分布图。运用的数学模式为：

$$Q_{总}=\frac{1}{1-K}\ (S\cdot H\cdot A\cdot \rho)\ ;$$

式中 $Q_{总}$——总生烃量；10^8t；

K ——运移系数（本区用Rock -Eval实测运移系数为34.6%，实际用35%）；

S ——有效生油岩面积；km^2；

H ——有效生油厚度；m；

A ——各测点氯仿沥青"A"含量；%；

ρ ——生油岩密度；$23\times10^8t/km^3$。

2.计算参数及成果

舞阳凹陷核桃园组成油门限为2650米，该深度以上有较厚的非成熟地层约1200米，主要层位为核一段和核二段，与盐岩或膏盐层呈不等厚互层，暗色泥岩比例约占地层厚度40%，未成熟生油厚680米，面积为146平方千米。有机质丰度高，有机碳含量1.2～1.5%，生油潜力较大，S_1+S_2为3.14～7.40公斤／吨；平均氯仿沥青"A"含量为1924.6ppm；烃转化系数达30%左右，计算可能生油量4.39亿吨，是成熟生油岩总生油量的1.12倍，按Ⅲ类盆地类比预测（运聚系数4%），潜在资源量为1800万吨。成熟生油岩分为核一段（Eh_1）、核二^{1}段（Eh_2^1）、核二^{2}段（Eh_2^2）、核三段（Eh_3）四个单元进行计算。最后舞阳凹陷的油气预测远景值，取蒙特卡罗法概率为50%的相应值0.256亿吨与数字化积分法的计算结果0.235亿吨的平均值为0.245亿吨，加上未成熟生油岩资源量0.180亿吨，预测远景量为0.425亿吨。

襄城凹陷成油门限深度2600米，其上还有核一及核二段地层约500米，按40%暗色泥岩估算，未成熟生油岩厚约200米，面积209平方千米。氯仿A平均含量为688.5ppm，总生油量为2.69亿吨，运聚系数取4%，用体积法计算，未成熟生油岩资源量为1100万吨。成油门限深度以下的成熟生油岩，分布面积为209平方千米，但平均厚度较大可达606.18米，找寻成熟油相对具有较好的潜力。襄城凹陷预测资源量为2640万吨左右。

五、油气水性质

舞阳、襄城凹陷已完井探井共18口，有9口井见不同程度的油气显示，其中襄参1、襄9、舞8井三口井只见到少量原油，没有见工业油流。根据少量的原油分析结果，第三系原油特征为：原油比重大0.9369～0.8978；胶质沥青质含量较高，襄城凹陷可达43.36～50.75%，舞阳凹陷为22.43%；含蜡量舞阳凹陷较高，达39.59%，襄城凹陷低，只有5.45～8.43%。详见下表（表5-8）。

根据生物标记化合物的参数，襄9井原油为不成熟原油，产于井深2540～2541米，富含4-甲基甾烷、伽马蜡烷和奥利烷，而不含伽马羽扇烷，反映出母源较好，且未经远途运移。

由于下第三系层位测试资料较少，因此水性资料较少。根据谭参1井、舞钾2井及舞7井的资料可以看出各凹陷地下水停滞还原带埋深不一样，谭庄凹陷井深3162～3200米，层位为核二段，总矿化度为11300～43100毫克／升，水型大体上以3150米为界，以上为

Na_2SO_4 型，属较活跃的交替带类型；以下则为 $NaHCO_3$ 型～$CaCl_2$ 型，属较封闭的类型。舞阳凹陷的情况不同，虽然水性资料的层位埋深较浅，但反映出良好的停滞封闭条件。测试井深 1400～2313.8 米，层位为核二段，总矿度为 121919～221660 毫克／升，水型均为 $CaCl_2$ 型。

表 5–8　周口坳陷原油分析数据表

井号	井深（m）	层位	原油分析数据
襄 9	2371～2801	核二	d^{20}：0.9369、含蜡：8.43%，胶质+沥青质：50.75%族组份：烷烃：24.14%，芳烃：26.21%，非烃 37.14%，沥青质：5.52%
襄参 1	2776.16	核二	d^{20}：0.9346、含蜡：5.45%，胶质+沥青质：43.46%含硫：0.88%
舞 3	1700～1800	核二	d^{20}：0.8995、含蜡：39.59%，胶质+沥青质：22.43%

六、舞阳盐矿

河南石油勘探局于 1980 年开始对舞阳凹陷以找油为主要目的进行钻探，当年 10 月 28 日到 1981 年 8 月 5 日钻探了第二口井（舞参 2 井），于核一～核二[1] 段发现了较厚的盐层，单井盐岩厚度共 215.5 米。至 1986 年 3 月共完井 10 口，其中 5 口井（舞参 2、3、舞 4、5、7 井）见到较厚盐层。于 1985 年至 1987 年化学工业部以找钾盐为目的，根据我单位的地震和钻井资料钻了 2 口全取芯井（舞钾 1、2 井），也见到了较厚的盐岩层。

盐岩层层位均为下第三系核桃园组一段和二[1]，含盐段为盐岩层与灰色泥岩呈不等厚互层，分布井段 1145～2821 米，盐岩层单井累计厚度 42～602 米，一般为 200～300 米，各井盐岩层的层数为 17～76 个单层，一般 40 层左右，单层厚度 5～15 米，最厚可达 47 米。根据舞钾 1、2 井盐岩层的岩芯化学成分分析结果：NaCl（氯化钠）含量为 96.8～68%，平均值高达 90%；$CaSO_4$（石膏）含量 2～6%；不溶物质 0.13～3%。其它元素，如硼、锶含量很微只有 0.03%，对食用有害物质 Pb（铅）的含量也很低 0.063%，达到食用标准。

根据 12 口井及地震资料分析，盐岩层主要分布在靠北部的主凹陷带，与凹陷走向展布一致，东部至舞 5 井以东，西部至舞参 3 井以西，含盐面积 270 平方千米，概算结果纯盐（NaCl）的总储量约 1000 亿吨。其中 2000 米井深以上的盐矿面积 182 平方千米，储量为 651 亿吨，平均每平方千米 3.58 亿吨；1600 米以上盐矿面积 121 平方千米，储量为 300 亿吨，平均每平方千米 2.48 亿吨。其余则为 2000 米以下深度的盐岩。

盐矿面积主要分布于叶县和舞阳县，其中舞阳县境内盐矿面积约 50 平方千米，约占总储量的十分之一，其余均在叶县境内。

综合上述资料，盐矿的开发具备以下有利条件：

①资源量大，深度适中；

②食盐（NaCl）品位高；

③稀有元素（有害元素）含量小，易加工；

④地理位置及交通条件较好，靠近叶县至漯河市公路及河南省南北向主干公路。

第四节 中生界石油地质特征

一、地层分布情况

周口坳陷于印支运动末期至燕山运动期间，进入了强烈的断裂运动阶段，如新站社—郸亳断裂，谭庄—沈丘—新桥凹陷断裂；北部商水断裂、南部射铜、太和断裂等。形成了中生界的断坳沉积盆地，控制了中、下三叠统及侏罗系—下白垩统的分布。中、下三叠统主要分布在鹿邑、淮阳、倪丘集等凹陷，向南大部分缺失。侏罗系—下白垩统主要分布于谭庄—沈丘、新桥凹陷一带，向东可延伸至安徽，向西至漯河一带，向南至汝南—临泉一带。由于后期的喜山运动强烈的改造，使中生界曾暴露地面遭受过剥蚀，并在此基础上形成了第三纪的断陷沉积凹陷，使第三系与中生界成为区域性的角度不整合，两套地层的展布呈互补关系。根据地震及钻井资料，残余的上侏罗统—下白垩统主要分布于双楼田—范集一带，南部与北部分别于商水断裂及射铜新桥断裂附近，东部与西部，分别于界首一带和螺河一带均见超覆现象。沉积湖盆呈北西向，剖面形态呈北陡南缓，坳陷中心位于夏庄—双楼田—周墙—范集一带，残存面积 4850 平方千米（图 5–18），最大厚度在夏庄一带约 5400 米，一般厚度为 1500～4000 米。

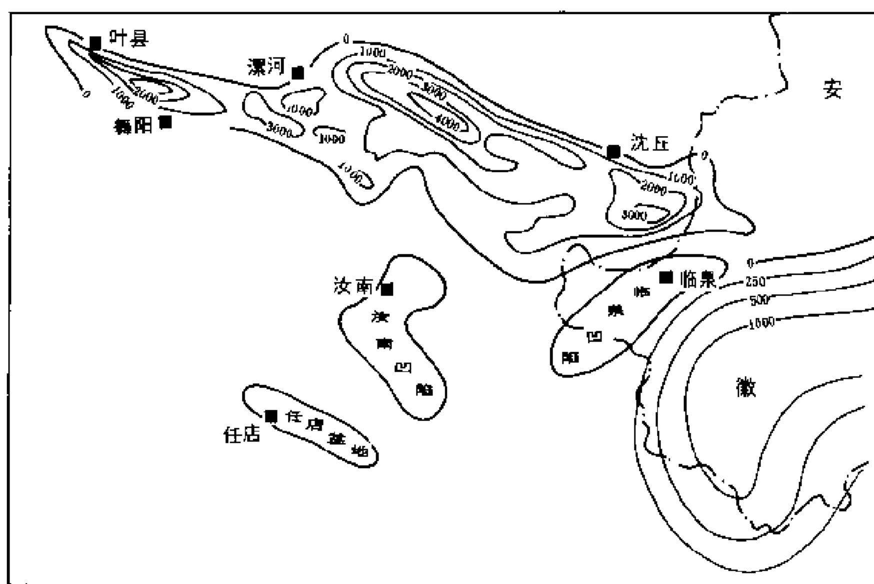


图 5–18 周口坳陷中部及邻区侏罗—白垩系残存分布图（等厚线单位 m）

1984～1986 年，河南石油勘探局与地质矿产部华北石油局相继在周口坳陷中部谭庄—沈丘及西平一带，以中生界为目的层，共钻了七口探井（周参 10、11、12、14、15 井及南 2、9 井）。周参 11、12 井钻遇地层厚度较大，保存较完善，生油层厚度分别为 1250 米及 999 米，主要生油层段及油气显示段分布于下白垩统，周参 10、11、12 井见油气显示，其中周参 12 井中途测试获日产 3.86 吨原油（折算）。

周口坳陷周缘马市坪、任店、舒城、白湾等地也发现侏罗系—下白垩统地层，富含中生代的化石群—“热河生物群”，如三尾拟蜉蝣、费尔干蚌、叶肢介等化石，该地层上部共生有

孢粉、轮藻、介形虫类化石，这三种化石与坳陷内井下资料有相似的组合特征，基本可以对比。

二、地层划分及岩相特征

1.地层划分

周口坳陷内中生界层位划分，主要根据钻井岩屑中所分析的孢子、花粉、轮藻及介形虫化石组合，下部中、下三叠统化石稀少，仅在上部见少量轮藻化石，可结合岩性组合特征与邻区对比划分；上部下白垩统是中生界主要勘探目的层，化石相对较丰富，属重要的研究层位。

(1) 中生界三叠系中、下统（T_{1-2}）地层简述（鹿邑凹陷）

新生界下第三系大仓房组—玉皇顶组：棕红—浅红色砾岩、砾状砂岩

～～～～～～～～～～不整合～～～～～～～～～～

中生界三叠系中统二马营组：上部棕色砂岩及杂色砾岩夹棕红色泥岩；中、下部灰色含砾砂岩、棕红色泥岩夹杂色砂岩。厚度为 246 米。产轮藻化石：

Stellatochara hoellvicensis Horn af Rantzien 赫尔未克星轮藻，*Stenochara* sp. 直轮藻。

————————整 合————————

三叠系下统和尚沟组：棕红色泥岩、泥质粉砂岩夹灰白色砂岩及少量棕黄色含砾砂岩。厚度为 104 米。

————————整 合————————

三叠系下统刘家沟组：棕色、灰色砾岩，棕黄色、棕红色泥岩，偶夹紫色泥岩。厚度为 195.5 米。

————————整 合————————

上古生界二叠系石千峰组：棕红色厚层砂岩。

(2) 中生界白垩系下统及侏罗系（J—K_1）（谭庄—沈丘凹陷）

下白垩统层位划分主要依据是周参 10、11、12 井古生物分析资料，孢粉主要以 *Classopollis* 内环粉、*Cicatricosisporites* 希指蕨等不同类型的组合；介形虫以女星介、玻璃介、刺星介等组合特征，并可以进行区域对比。本省内与任店盆地西谭楼组、马市坪盆地马市坪组层位相当；也与河北丘县—临西的丘城组、安徽省黑石渡组、江苏句容盆地浦口组、葛村组及湖南省洞庭盆地三阳港组、漆家河组相当，详见对比表（表 5–9）。结合沉积旋回，周口坳陷下白垩统可分为三个组四个段，下部巴村组，中部永丰组（分上、下两段），上部为商水组；下伏层侏罗系仅周参 10 井钻遇，厚度为 236.5 米，主要岩性特征简述如下：

下第三系大仓房组（E）：棕红—棕色泥岩与砂砾岩互层

～～～～～～～～～～不整合～～～～～～～～～～

下白垩统商水组（K_1sh）：周参 12 井（1488～2571 米），钻厚 1083 米。

上部紫红色、灰紫色泥岩与浅灰色、棕褐色含砾砂岩、细砂岩、钙质砂岩不等厚互层，顶部为紫红色泥岩；下部深灰色泥岩夹浅灰色含砾砂岩、细砂岩、钙质砂岩。产丰富化石：介形虫为女星介（左云女星介、留庄女星介、假伟星女星介等）、达尔文介（窄口达尔文介）、玻璃介（直角玻璃介）等；轮藻为整洁真开口轮藻、窄形真开口轮藻等。孢粉化石以

表 5-9　周口坳陷早白垩世地层与邻区对比表

时代	地层（统）	地层（组）	河南省 周口坳陷	河南省 任店盆地 组	河南省 任店盆地	河南省 马市坪盆地 组	河南省 马市坪盆地	河北省 丘县—临西 组	河北省 丘县—临西	安徽省 组	安徽省	江苏省 句容盆地 组	江苏省 句容盆地	湖南省 洞庭盆地 组	湖南省 洞庭盆地
阿尔必—阿普梯期	下白垩统	商水组	轮藻：整洁真开口轮藻、窄形真开口轮藻、具柄中生轮藻，蔡氏开口轮藻 介形类：女星介、达尔文介、玻璃介、刺星介、枣星介、蒙古介 孢粉：裸子类占94%（内环粉、苏铁粉、无口器粉），蕨类占6%（无突肋孢）					丘城组	轮藻：河北扁形轮藻、三褶奇异轮藻三角形亚种、窄形真开口轮藻、临西开口轮藻。 介形类：女星介、达尔文介、玻璃介、小玻璃介、枣星介、真星介 孢粉：裸子类占71.2%（内环粉、松科、古松柏类） 蕨类占26.2%（无突、短突肋纹孢、桫椤孢、紫箕孢） 可疑的被子类花粉占1.4%	黑石渡组	介形类：狼星介、枣星介、达蒙介、刺星介	浦口组	轮藻： 整洁真开口轮藻	三阳港组	轮藻： 整洁真开口轮藻、具柄中生轮藻、对称中生轮藻
巴列姆—凡兰吟期		永丰组	轮藻：扁形轮藻、具柄中生轮藻、对称中生轮藻、蔡氏开口轮藻 孢粉：裸子类占84.6%（内环粉、皱球粉、无口器粉） 蕨类：占15%（希指蕨孢、无突肋纹孢）	西潭楼组	轮藻：河北扁形轮藻、具柄中生轮藻、三褶奇异轮藻三角形亚种、河南轮藻、住轮藻 介形类：女星介、枣星介、刺星介、达尔文介、狼星介、玻璃介 孢粉：裸子类占67～91%（六杉粉、皱球粉、内环粉），蕨类占7～35%（无突肋纹孢、希指蕨孢、海金砂孢） 双壳类：费尔干蚌、热河球蚬 阜新东方叶肢介	马市坪组	轮藻： 中生轮藻 介形类：女星介、枣星介、狼星介 双壳类：热河球蚬					葛村组	轮藻： 句容扇形轮藻、旋卷中生轮藻	漆家河组	轮藻： 河北扁形轮藻、蔡氏开口轮藻
		巴村组	化石稀少，可见少量植物花粉												
	上侏罗统					南召组	昆虫： 二尾拟蜉蝣			毛坦厂组					

裸子类花粉为主占94%，其中内环粉平均为89%，次为苏铁粉、无器粉和少量南美杉粉、单束松粉、双束松粉等；蕨类：孢子占6%，主要为三角粒面孢、圆形粒面孢、紫萁孢等，未发现被子花粉。

以上化石组合具有早白垩世晚期的组合特征。

——————————整 合——————————

下白垩统永丰组上段（K_1y上），周12井2571～3497米，钻厚926米。深灰色泥岩与浅灰色含砾砂岩、粗砂岩、细砂岩、钙质砂岩呈不等厚互层，上部夹少量紫红色灰质泥岩。

孢粉化石丰富，裸子植物花粉为主占83.3%，其中内环粉占29.3%，皱球粉占11.2%，其次为苏铁粉、无口器粉、南美杉粉属、双气囊花粉等;蕨类孢子主要有无突肋纹粉、光面单缝孢，其次为三角粒面孢、紫萁孢等等。未见介形虫、轮藻化石。

——————————整 合——————————

下白垩统永丰组下段（K_1y下），周参11井3400～4551米，钻厚达1151米。深灰色、灰黑色厚层泥岩、砂质泥岩与厚层浅灰色砾状砂岩、含砾砂岩、中砂岩、细砂岩不等厚互层。

孢粉、扇轮藻化石较丰富，孢粉以裸子植物为主占85.3%，其中内环粉占55%，其次为苏铁粉、皱球粉、单束松粉、双束松粉等，见少量南美杉粉属、开通粉属等；蕨类以海金砂科孢子占优势，其次为无突肋纹粉、希指蕨孢及三角面孢;轮藻以扇形轮藻、开口轮藻。未见介形虫。化石组合反映了早白垩世早、中期特征。

——————————假整合——————————

下白垩统巴村组（K_1b），周参11井4551～5196.16米，钻厚645.16米（未穿）。

灰黑色泥岩夹灰色、灰白色细砂岩、中砂岩，底部为厚层砾状砂岩及砾岩，该段未见化石。

～～～～～～～～～不整合～～～～～～～～～

中、下侏罗统，周参10井3038～3274.5米，钻厚236.5米。碳质泥岩夹中、细砂岩、含砾砂岩，顶部见二层煤层（共7米）。

～～～～～～～～～不整合～～～～～～～～～

下元古界：混合花岗岩。

2.下白垩统岩相特征

根据钻井资料周口坳陷内下白垩统三个组，组成一个完整的沉积旋回（图5–19），下部反映断陷沉积盆地形成初期洪积相、滨湖—浅湖相；中部为盆地相对稳定沉降发展期较深湖相；上部为湖盆后期回返滨湖—浅湖相。

滨、浅湖相泥岩为灰紫红泥岩，夹灰绿色、浅灰色泥岩，反映了浅水氧化环境；砂岩以粉、细砂岩为主，靠湖盆南部边缘周参10井见含砾砂岩，胶结物以泥、钙质为主。沉积构造类型丰富，有斜层理、交错层理、波状层理、透镜状层理、变形层理及搅混构造（垂直虫孔和生物搅动构造非常发育），常含鲕粒，层面见波痕，常见炭屑组成层理，砂岩一般为正韵律。这些特征反映浅水、动荡环境的沉积。

较深湖相：泥岩为灰色—灰黑色，水平层理及块状层理发育，见微细波状层理，岩芯中常见泥岩含黄铁矿，有机碳含量为1.09～1.23%，夹浊积砂岩体，反映出还原环境下较深湖相的沉积，为主要生油岩发育段。另外，由于燕山运动后期断裂运动加剧，使得下白垩统岩性具有以下反映较动荡环境的沉积特征：

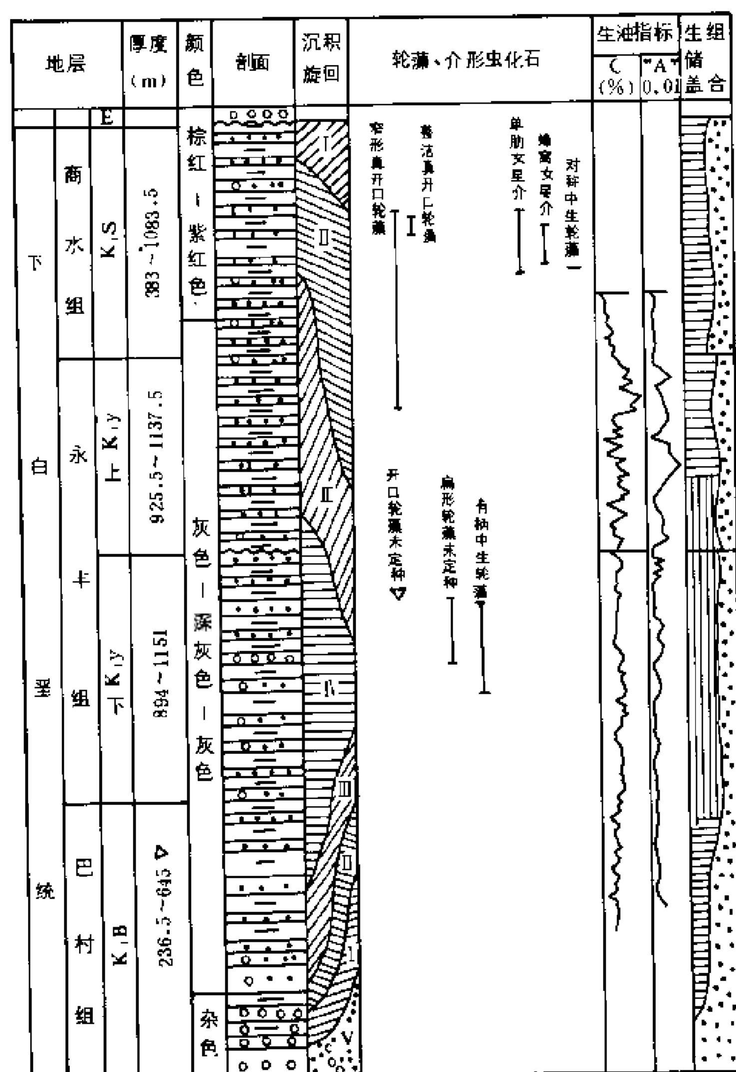


图 5-19　周口坳陷中部下白垩统地层综合柱状图

Ⅰ—河流相；Ⅱ—滨湖相；Ⅲ—浅湖相；

Ⅳ—较深湖相；Ⅴ—洪积相

①砾岩、砂岩中含有大量的火山碎屑，含量一般为20%左右，最高可达60～70%；

②陆源碎屑沉积占绝对优势，泥岩、砂岩分布广，其次为砾岩和角砾岩，仅个别地区见少量薄层泥灰岩，属典型碎屑湖泊型；

③砂岩成分和结构成熟度普遍偏低，属长石砂岩和岩屑砂岩类多，石英砂岩少。长石多以颗粒新鲜的中性斜长石为主，粒度分选差，磨圆度低，多为棱角状，且杂基含量高，为泥质、凝灰质，显示近物源特点；

④泥岩质不纯，粉砂含量高，层理发育。

由于谭庄—沈丘凹陷中生代时期受北部商水断层，南部新桥断层和射铜断层控制，沉积相区的平面展布与断层大体平行为北西向，见永丰组下段沉积环境示意图（图 5-20），边界断层倾角较陡（大于 45°），滨湖带较窄，湖中心较深湖相沿北西走向分布，面积约 580 平

方千米。四周隆起带：北有临颍—郸城凸起；南有平舆—太和凸起；东为界首凸起；西为平顶山凸起。它们是湖盆主要沉积物源区，使盆地内四周发育不同类型的砂岩体。

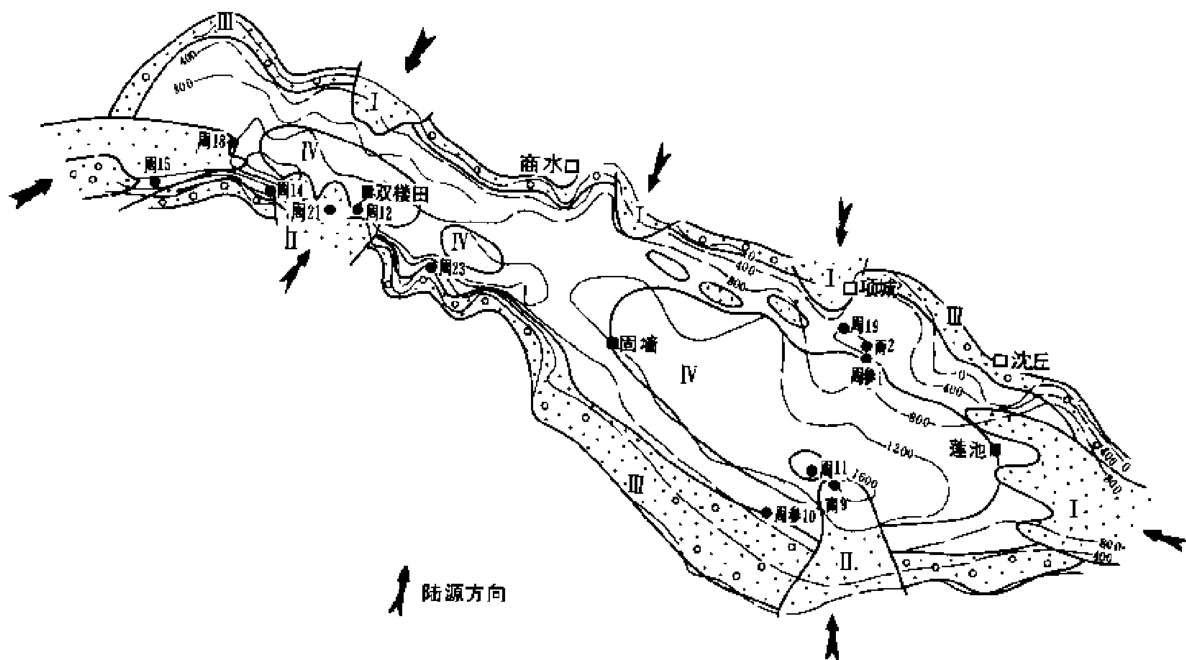


图5–20　谭庄—沈丘凹陷下白垩统永丰组下段（K_1y下）沉积环境图（等厚线单位 m）

Ⅰ—三角洲相；Ⅱ—水下冲积扇相；Ⅲ—滨湖相；Ⅳ—较深湖相

三、砂岩体类型和储集条件

根据钻井资料及结合地震资料解释，下白垩统永丰组（主要目的层）主要有三种类型砂岩体（图5–20），山麓冲积扇（周15井）、水下冲积扇（周12井）、浊积砂岩体（周参11井、南9井）；东部和北部分布三角洲砂岩体。以下仅对资料较多的前三种分别进一步描述：

1.山麓冲积扇

是山区河流在山口卸载堆积而成的砂、砾岩体，以周15井所钻遇的最发育，由角砾岩、砾岩、砾状砂岩夹薄层泥岩组成，纵向剖面为多期冲积扇不同部位的叠加层序，颜色杂、砾石大小悬殊，混杂分布，成分复杂，呈块状层理，含杂基量高，大砾石呈孤立状散布在杂基中。

2.水下冲积扇砂体

水下冲积扇砂体发育在凹陷短轴方向，是山地河流携带大量的陆源碎屑出山口后就直接进入湖盆浅水区堆积，形成于水下的砂砾岩体（图5–21）。

根据周参12井永丰组上段岩芯资料，水下冲积扇砂体主要发育在滨、浅湖中、泥岩一般为灰、浅灰、褐灰色及灰紫色，泥岩中见波状层理、波状交错层理、搅混构造，层面上有波痕，剖面上部灰紫色泥岩中常见虫孔、虫搅动现象。薄片中见表皮鲕、假鲕及泥灰岩，微古生物化石丰富。水下冲积扇的岩性和分带与山麓冲积扇相似，平面上可划分为扇根、扇中、扇端三个带。周参12井以扇中瓣状河道沉积为主要特点，可划分三个亚相。

（1）扇根　以岩性粗、分选差的砂砾岩为主，砾石大小混杂，块状层理为主。泥岩夹层

少且薄，为灰紫色、紫红色。砂砾岩底面常突变为泥岩。

(2) 扇中　分为三个亚相。

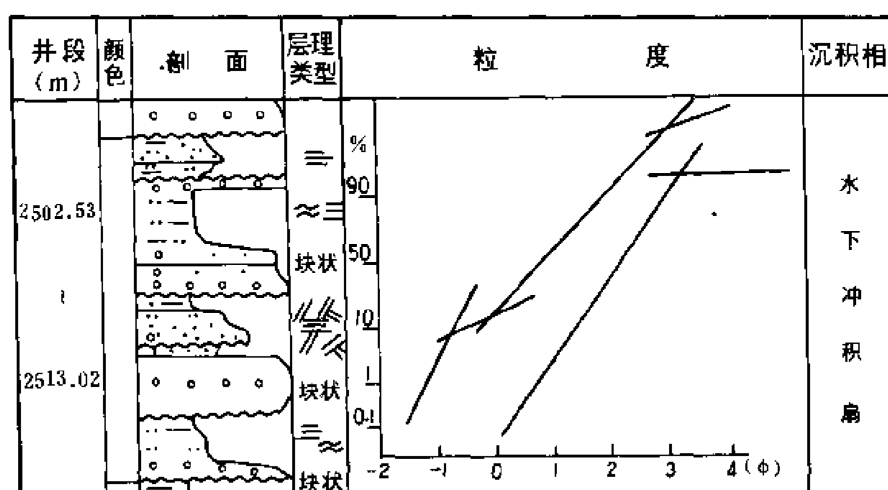


图 5-21　水下冲积扇沉积模式图

(2) 扇中　①扇中瓣状河道亚相由一系列的分流瓣状河道组成，岩性为砾岩、砾状砂岩和含砾砂岩，组成正韵律。底部常与下伏泥岩呈突变接触，冲刷面发育，冲刷面上有泥砾。层理特征，一般底部为平行层理、块状层理，上部为交错层理及斜层理，厚度约为 0.5～2.0 米左右，粒度概率曲线有两段式和三段式，跳跃组分发育，粒度范围在 0.5～3.5ϕ，反映了急流河道型搬运特点。

②扇中前缘亚相瓣状河道明显减少，水较深，岩性变细，由细砂岩、粉砂岩、泥质砂岩组成，有时夹薄层含砾砂岩，正韵律。砂岩中常见波状层理、交错层理和平行层理。层面富含碳屑并组成纹层理，分选较好。砂岩底部的冲刷面不如水道区发育。泥岩以灰色、褐灰色为主，概率曲线以两段式为主，跳跃组分常分为二段直线，反映了水流能量减弱。

③扇中水道间亚相扇中水道间亚相主要是砂泥互层。泥岩以灰色、褐灰色、灰紫色为主，泥岩不纯，常为砂质泥岩，有时可见砾石，以波状层理、水行层理为主。砂岩一般含钙质及鲕粒，一般为表皮鲕及假鲕，层薄砂质局部富集，呈斑状或搅混状。层面上常见植物茎和炭屑。

(3) 扇端　扇端席状砂相，以深灰色泥岩为主，泥岩不纯，含粉砂，砂岩薄，呈透镜状或条带状，泥岩以水平层理或块状层理为主。

3.浊积砂体

浊积砂体是浊流携带碎屑沉积物进入较深水区堆积下来的砂砾岩体，被较深湖相的厚层泥岩包围，泥岩为深灰色、灰黑色，常见分散状的自生黄铁矿晶粒，块状层理为主。处于深湖区的周参 11 井在 3575.83～3577.61 米井段，岩芯为灰黑色泥岩夹薄层粉砂岩，泥岩底见槽模，粉砂岩中见包卷层理和火焰构造，递变层理不明显，粒度分析资料显示了以浊流悬浮搬运为主。在南 9 井中见到了鲍马序列，一般常见的是 A、C 及 A、B 两段或是 A、B、C、D、E 段。岩性为含砾砂岩、粗砂岩、细砂岩，底部为正递变层理，反映了碎屑沉积物呈悬浮状态整体搬运的特点。

岩芯观察还见到周参11井4145.04～4147.50米井段，为灰黑色砂、泥、砾混杂岩。砾石和砂质杂乱分布，砾石大小不一，大者为4×6厘米、小的1毫米，基质支撑。粒度上稍具由下向上由粗到细的变化。纵向上与含砾砂岩、泥岩间互沉积，中—厚层，颗粒次圆—次尖状，分选差。概率曲线特征是以悬浮总体为主，曲线形态有平直状和微成弧形状，粒度区间宽，反映了沉积物密度大、下滑速度快，悬浮搬运的泥石流沉积，是沈丘凹陷较深湖区中典型的重力流沉积。

周口坳陷下白垩统地层砂岩比较发育，根据统计结果在剖面中其厚度占地层厚度的35～69.8%，与泥岩呈不等厚互层，组成较好的储盖组合，但砂岩物性普遍较差，物性资料统计（表5-10），孔隙度平均值一般在6～7%，渗透率平均<0.0017平方微米，上部商水组物性相对较好，孔隙度平均为10.645%，渗透率平均0.00238平方微米。上述情况反映出

表5-10 下白垩统砂岩物性统计表

层位	孔隙度（%）				渗透率（μm^2）			
	块数	最大	最小	平均	块数	最大	最小	平均
商水组	13	18.81	4.72	10.645	13	0.0063	<0.001	0.00238
永丰组上段	54	13.15	0.80	5.673	54	0.0034	<0.001	0.00159
永丰组下段	36	12.31	2.07	7.191	36	0.0138	<0.001	0.0017

砂岩物性差，根据镜下鉴定，孔隙结构也不理想，孔隙个体小，连通性差，其主要原因：

1 谭庄—沈丘凹陷早白垩世为断坳式狭长型湖盆，物源多，搬运距离近，因此，盆内61.6%砂岩分选差，68.6%砂岩磨圆度差，为次圆—次棱角状，多数砂岩为碳酸盐胶结，含量12%，岩石类型以岩屑砂岩（占45%）和岩屑长石砂岩（占21%）为主，砂岩成分：岩屑平均含量>48%，长石和石英分别为25%和<27%。岩屑成分60～80%为中基性火山岩块；

2 机械压实和胶结作用普遍强烈，对原生孔隙破坏作用大；溶蚀作用弱，对孔隙的改造不明显，是造成砂岩物性差的主要原因。机械压实作用强烈，颗粒多呈线状，凹凸状或缝合线接触，定向排列，挤压破裂以及假杂现象很普遍，原生孔隙已基本消失，埋深<2000米时，孔隙度为6～20%；2000～3500米为4～5%；大于3500米孔隙度很低。胶结作用很普遍，碳酸盐、硫酸盐、氯化盐、铝硅酸盐等自生矿物较多，但以前者为主，方解石、铁方解石、白云石、铁白云石的平均含量>12%，并且有交代碎屑颗粒的现象；

3 在下白垩统的砂岩中，虽然见到了各种溶蚀孔隙，以及方沸石、斜发沸石、浊沸石的析出（深度2400～3280米），但对储集层性能的改善甚微，溶解作用不明显，可能与火山岩岩屑及碳酸盐胶结物含量高有关。

四、油气水性质及主要地球化学特征

沈丘凹陷以中生界为目的层的探井，有八口井（周参10、11、12、周15、18、19、22、南2井）见不同程度的油气显示，其中周参10、12井两口井经测试见少量原油，原油性质以低含蜡、低含硫、低粘度为主要特征。周参12井中途测试井段3566.32～3660米，测试结果折算日产油3.86吨。原油相对密度0.8446～0.8596，含蜡26.83%，凝固点29～

31℃，含硫 0.04～0.10%，动力粘度 5.5～8.9 毫帕秒。原油族组分：饱和烃 41.46～62.04%，芳香烃 8.13～19.43%，非烃 13.82～14.81%，沥青质 5.69～3.73%，原油碳同位素 $\delta^{13}C$ 为−21.18‰。周参 10 井试油井段 2179.5～2184.5 米，试油结果日产原油 32 千克。原油相对密度 0.8978～0.8995，含蜡 16.21%，动力粘度 7.47 毫帕秒，含硫 0.24%，胶质沥青质 21.96%，原油碳同位素 $\delta^{13}C$ 为 −27.23‰。下白垩统油源的特点为部分低熟，母源类型不够好，含中等丰度的伽马蜡烷，含伽马羽扇烷但不含奥利烷，有一定含量的重排甾烷，曾经历过一定距离的运移。

另外，周 19 井于下第三系大仓房—玉皇顶组测试，井段分为两段 2824～2832 米及 3001～3008 米，岩性为油斑含砾砂岩，见少量天然气，组分含量分析结果：甲烷 85.10～77.21%，乙烷 2.20～1.97%，丙烷 0.51～0.53%，正丁烷 0.10～0.12%，异丁烷 0.07～0.12%，氮 11.92～11.96%，二氧化碳 0～8.18%，d^{20}0.6224～0.6992，属干气。由于大仓房—玉皇顶组无生油岩，为一套红色地层，生油条件差，气的来源与原油相似，均属中生界生油层形成的向上运移的结果。

根据上述测试井地层水的分析结果，白垩系的矿化度及水型基本上以 3000 多米有个界限，井段 2262～2779 米样品的总矿化度为 1573～5055 毫克／升，属 $NaHCO_3$ 水型；井深 3641.6～3646.4 米样品的总矿化度 75521 毫克／升，属 $CaCl_2$ 型，下部地下水封闭型的停滞带特征较明显。

五、生油条件及资源预测

1.生油岩有机质丰度

周口坳陷下白垩统生油岩主要分布于永丰组下段—巴村组上部，有效生油岩（谭庄—沈丘凹陷）分布面积 2365 平方千米，生油层平均厚度 909 米，生油岩总体积 1936 立方千米。生油层各地球化学指标（表 5−11）：有机碳总平均值 0.99%，含量较高，但其它指标比较低，氯仿沥青"A"平均含量仅 0.0101%，总烃仅 45ppm，平均生油潜量 0.16 公斤／吨，这种高残余有机碳、低可溶烃的生油层特点，说明在地质历史时期曾经受过高热演化的历程，

表 5−11　周口坳陷中部凹陷下白垩统有机质丰度表[①]

井号	有机碳				氯仿"A"				总烃				生油潜量	
	总样品数	加权平均值（%）	>0.4%的样品数	加权平均值（%）	总样品数	加权平均值（%）	>0.050%的样品数	加权平均值（%）	总样品数	平均值（ppm）	>50 ppm 样品数	平均值（ppm）	样品数	平均值（kg／t）
周参 10					40	0.0047	12	0.0091						
周参 11	112	0.97	103	1.03	98	0.0054	25	0.0182	35*	18*	1*	134*	111	0.05
周参 12	88	1.15	84	1.19	96	0.0173	66	0.0236	69	59	27	111	87	0.30
南 2					16	0.0397	16	0.0397	2	487	2	487	6	0.60
南 9	83	0.97	82	0.97	8	0.0320	8	0.0320						
全坳陷	300	0.99	276	1.04	258	0.0101	126	0.0182	106	45	30	104	204	0.16

①为周参 10 井和周参 11 井合计。

其变化趋势西部高于东部，北部高于南部，如西部周参 12 井氯仿沥青“A”平均可达 0.0173%，北部南 2 井氯仿沥青“A”平均达 0.0397%，总烃平均达 487ppm，为全区之冠。

将上述各项指标与我国松辽盆地的青 2+3 段、酒西的新民堡群和二连的巴彦花群生油岩相应指标对比（表 5–12），有机碳含量为中间值，但氯仿沥青“A”及总烃明显偏低，差 1～2 个数量级，说明周口坳陷下白垩统生油岩成烃能力相对较差。

表 5–12　中国下白垩统含油气盆地有机质丰度比较表

盆地名称	地层时代	有机碳（%）	氯仿沥青“A”（%）	总烃（ppm）	S_1+S_2（kg／t）	备注
松辽盆地	K_1n_1	2.21	0.2181	1761	26.49	
松辽盆地	$K_1q_n^{2+3}$	1.00	0.0693	589	5.27	
松辽盆地	$K_1q_n^1$	2.60	0.3544	2554	13.22	
二连盆地马东凹陷	K b	1.84	0.0709	589	4.17	
二连盆地赛汉塔拉凹陷	K_1b_2	1.44	0.1285	1038	4.09	据 1986 年全国生油层定量评价资料
二连盆地额伦塔尔凹陷	K b	0.93	0.0641	460	4.12	
酒西盆地	K_1x_2 $K_1x_1-J_3$	0.54 0.93	0.0204 0.0413	150 204		
周口坳陷中部凹陷	K_1	0.99	0.0104	45	0.16	

2.干酪根类型

（1）显微组分类型　干酪根的显微组分分类于第四章第四节已详述，但由于南襄盆地泌阳、南阳凹陷未见到干酪根的惰质组（Ⅳ），所以，其主要镜下特征未作描述。周口坳陷下白垩统干酪根的显微组分几乎均为黑色惰质体，在镜下为黑色丝炭，属有机物经炭化作用、缓慢氧化而成。在化学成分上，有人称其为“死炭”或焦炭，是一种几乎丧失了产烃能力高热变程度的典型腐殖型干酪根，其颗粒大多数轮廓分明，系由镜质体演化而来，周参 11 井资料属该类型。周参 12 井以镜质体为主，演化程度较低，为棕黄至浅棕色，属具有一定产烃能力的腐殖型（Ⅲ）干酪根。

（2）分类界线的确定　主要是依据元素组成及红外光谱特征。

1）干酪根中富氢组分与含脂族基团有关（$1460cm^{-1}$ 或 $2920cm^{-1}$），而贫氢组分则与富含芳香族成分（$1600cm^{-1}$）有关，因此，可以根据 $1460cm^{-1}／1600cm^{-1}$ 或 $2920cm^{-1}／1600cm^{-1}$ 为类型参数值，作出与 H／C 值关系图，确定类型划分值（图 5–22、图 5–23）。

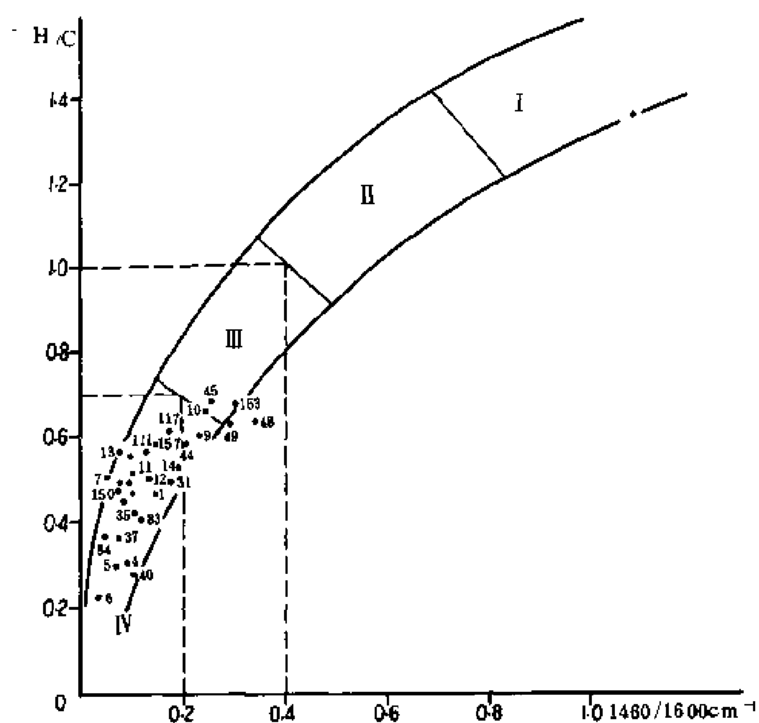


图 5-22　干酪根 H／C 与红外 1460／1600cm^{-1} 的相关图

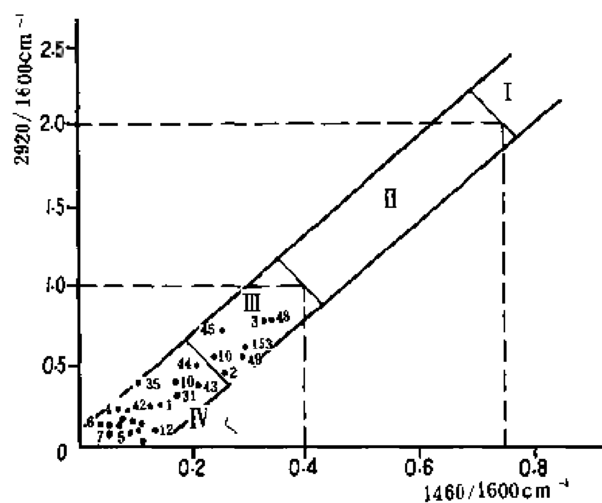


图 5-23　红外光谱 2920／1600 与 1460／1600cm^{-1} 的相关图

根据上述两图，可将其类型界限值确定如下：

2）干酪根 H／C 和 O／C 原子比值进行分类，一共有 48 点，其中包括周口邻区任店盆地下白垩统未成熟生油岩样品（5 个）。其余均为井下分析资料（图 5-24），基本上分布于Ⅲ～Ⅳ区域。

3）干酪根红外基团基本可分为三大类，与光频关系大体为：杂基（O.N.S）对应 $1710cm^{-1}$，芳香烃为 $1600cm^{-1}$，饱和烃 $1460cm^{-1}$，将三大类红外基团作成三角含量关系分布图，可看出下白垩统干酪根红外基团的类型（图 5–25），几乎都位于Ⅲ～Ⅳ型干酪根区内，芳烃（$1600cm^{-1}$）相对比例大（＞55%），直到 90%左右。

参数	I	II	III	IV
2920／$1600cm^{-1}$	＞2.0	2.0～1.0	1.0～0.5	＜0.5
1460／$1600cm^{-1}$	＞0.75	0.75～0.40	0.40～0.20	＜0.20
H／C 原子比	＞1.3	1.3～1.0	1.0～0.7	＜0.7

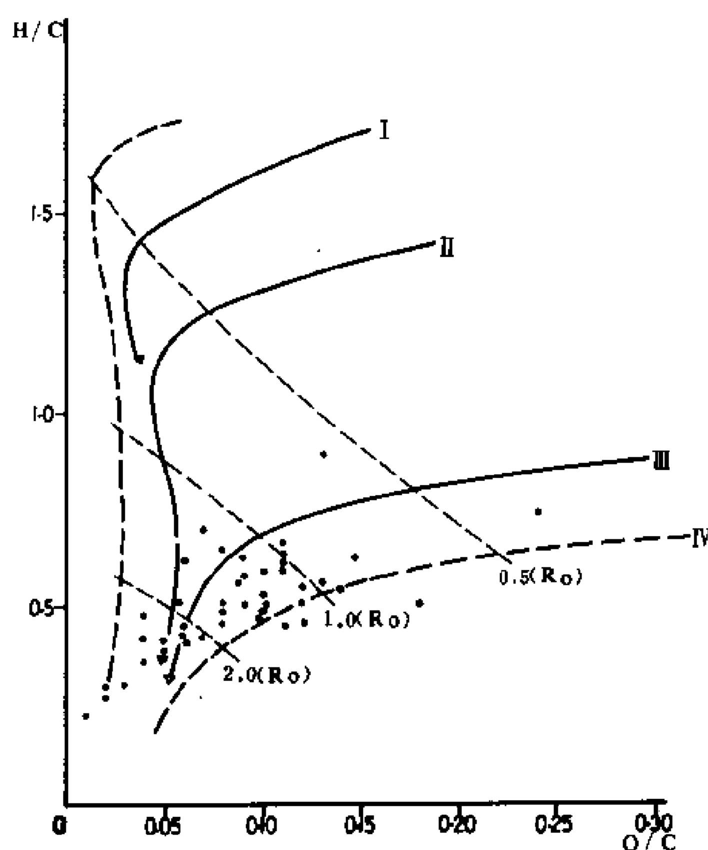


图 5–24 周口坳陷下白垩统干酪根 H／C 和 O／C 演化类型图

4）干酪根同位素 $\delta^{13}C$ 与水质盐度有明显关系，如海生藻类的 $\delta^{13}C$ 约 −20‰，淡水湖藻类则小于 −28‰。周口下白垩统属陆相淡水—微咸水沉积环境，类型界限：Ⅰ型＞−28‰，Ⅱ型−28.0～−26.0‰，Ⅲ型＞−26.0‰。根据分析结果，下白垩统 $\delta^{13}C$ 值较集中，为−19.6～−21.5‰，含量相当高，为Ⅲ型以下的干酪根特征值，这种干酪根原始类型较差，反映高等植物为母质主要来源。

5）综合分析干酪根的 H／C、O／C 原子比、$\delta^{13}C$ 含量及各红外光谱的三大主要基团

比例情况：2920／1600（cm^{-1}）、1460／1600（cm^{-1}）、1600（cm^{-1}）等值。将上述各项分类结果进行综合（表 5–13），可看出周口下白垩统干酪根质量差，H／C 比值＜0.7；$\delta^{13}C$‰为−19.41～−21.52；2920／1600（cm^{-1}）值少量＞0.1，大部分为 1～0.5；1460／1600（cm^{-1}）值少量为 0.4～0.2，大部分为＜0.2；1600cm^{-1}＞64.52%，可达 82.06～91.11%，基本上属Ⅳ～Ⅲ型。

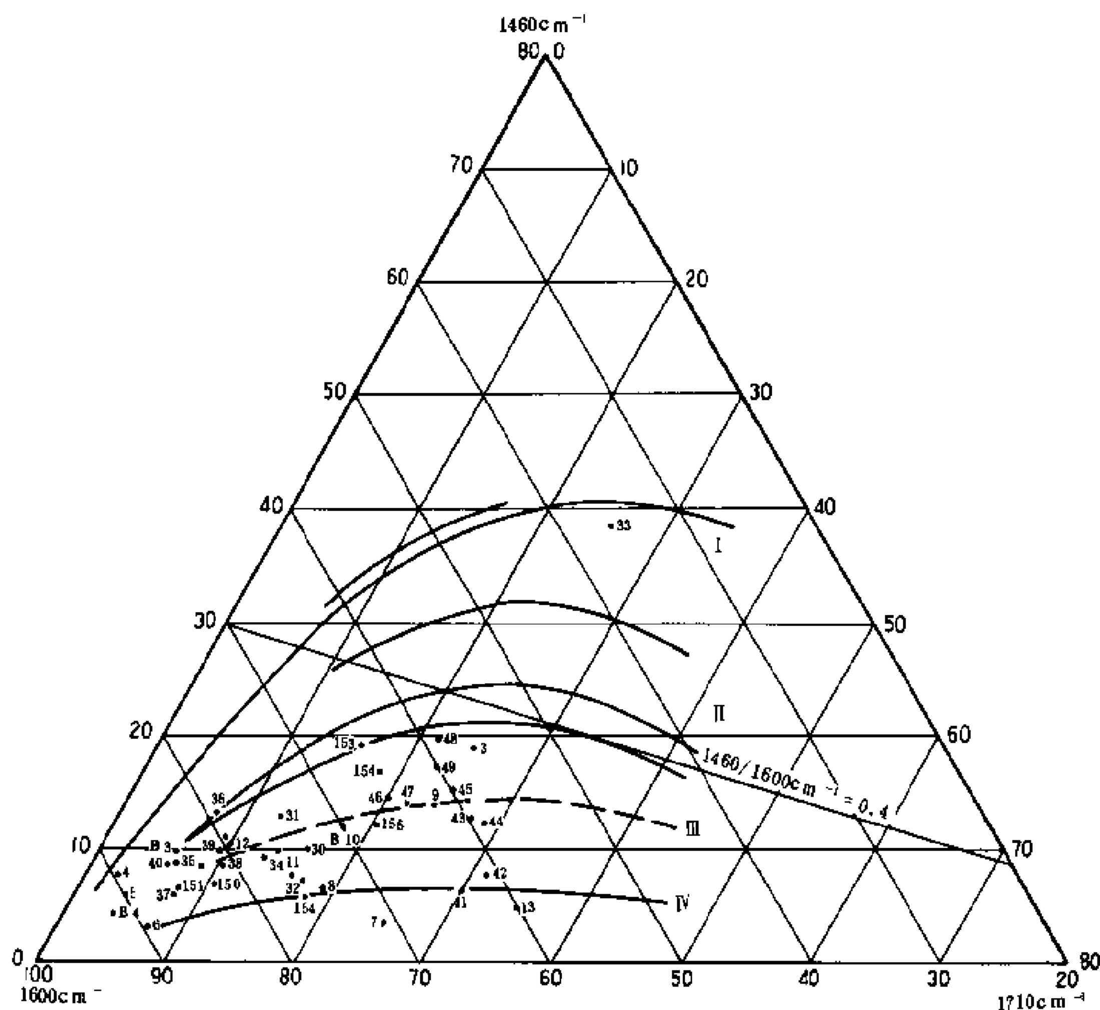


图 5–25　周口坳陷干酪根红外光谱 1460、1600、1710cm^{-1} 基团组成图

3.热演化特征

（1）镜质体反射率区域变化不均一性　我们将谭庄—沈丘凹陷中五口探井（周参 10、11、12、南 9、2 井）的下白垩统镜质体反射率，作出随深度变化的关系图（图 5–26），可以看出图中各井同一深度的 Ro 值差异较大，反映出该地层成熟度（热演化程度）区域上的差异：

①门限深度的差异：凹陷西区周参 12 井门限深度 2200 米；凹陷东区北部南 2 井门限深度 3800 米，南部周参 10、11 井一带为，为高成熟区，下白垩统地层均已处于高成熟的阶段；

②各井下白垩统各段地层热演化程度差异较大。

表 5-13 周口坳陷下白垩统干酪根类型地球化学综合参数表

井号	井深 (m)	层位	Corg (%)	"A" (%)	原子比		$\delta^{13}C$ (‰)	Ro (%)	IR (cm⁻¹)			IR (cm⁻¹) %			类型判别
					H / C	H / O			2920 / 1600	1710 / 1600	1460 / 1600	1460	1600	1710	
周参 11 井	2978.3	K_1sh	0.50	0.0023	0.47	0.077	−19.48	2.251	0.076	0.085	0.102	8.39	82.52	9.09	Ⅳ
周参 11 井	3577	K_1y	0.96	0.0041	0.41	0.053	−20.11	3.044	0.115	0.077	0.115	9.68	83.87	6.45	Ⅳ
周参 11 井	4177	K_1y	1.46	0.0042	0.37	0.054	−21.52	3.260	0.110	0.049	0.049	4.44	91.11	4.44	Ⅳ
周参 12 井	3111.6	K_1y	1.29	0.0182	0.61	0.097	−20.20	0.817	0.390	0.260	0.162	11.93	69.89	18.18	Ⅳ
南 2 井	3968.24～3968.74	K_1sh	0.36	0.0035	0.45	0.139	−20.26		0.061	0.134	0.085	6.98	82.06	10.96	Ⅳ
南 2 井	3971.16	K_1sh	0.36	0.0035	0.45	0.128	−20.21		0.051	0.096	0.076	6.47	85.34	8.19	Ⅳ
南 2 井	4105.81	K_1sh	0.45	0.0200	0.63	0.106	−19.41		0.663	0.228	0.263	16.94	64.52	18.55	Ⅲ
南 2 井	4202.36	K_1y	0.53	0.0096	0.67	0.118	−20.88		0.614	0.239	0.307	19.85	64.71	15.44	Ⅲ−Ⅳ

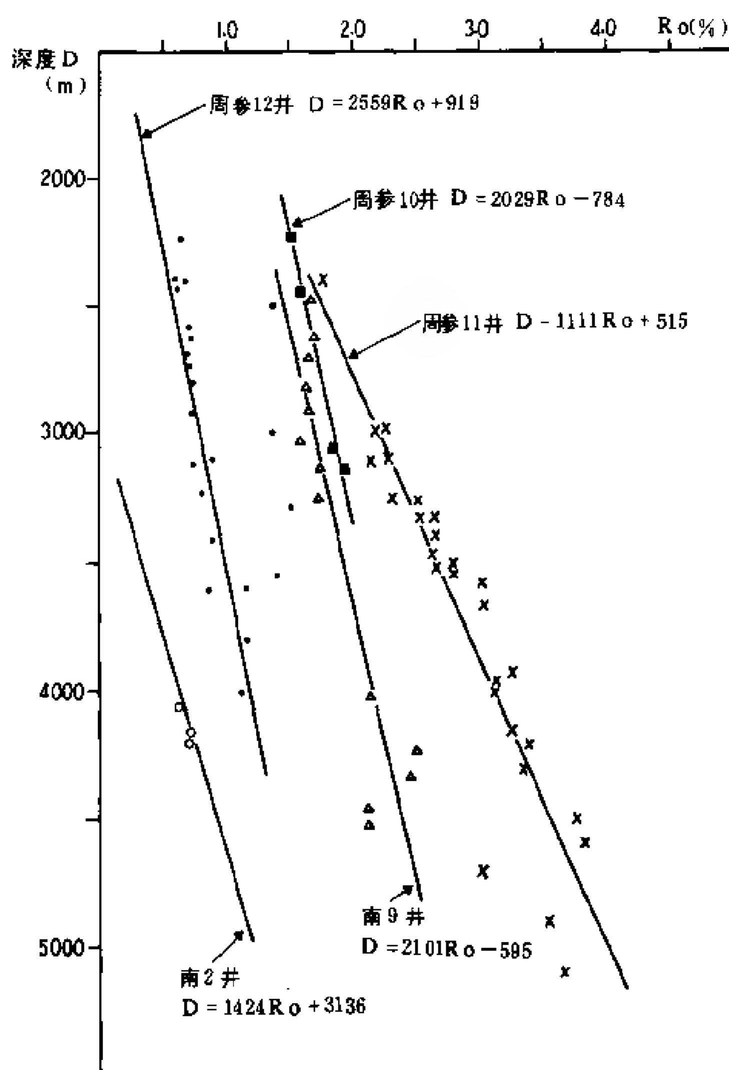


图 5-26 周口坳陷中部下白垩统镜质体反射率随深度变化图

为了进一步研究谭庄—沈丘凹陷的热演化条件，采用钻井及地震提供各井的下白垩统顶、底界深度，结合 D—Ro 回归方程，求出各演化阶段相应沉积岩厚度，各井计算结果见表 5-14。

由上表热演化程度较低、处于液态窗成熟段的地层厚度比例较大有二口井：西区周参 12 井 41.3%；东区北部南 2 井 26.41%；其它为东区南部的井（周参 10、11 及南 9 井）地层均处于高热演化阶段，为湿气—凝析油及干气阶段，特别周参 11、南 9 井分别达该地层的 100～83.01%进入干气阶段。因此，凹陷东南部周参 11、10 及南 9 井一带为高热演化区，属可溶烃低值区，总烃值仅 18ppm，该区约 100 平方千米。

(2) 干酪根热解产物的组成反映高成熟特征 根据烷烃、芳烃和杂原子化合物组合成三角图，并在图中标明所确定的类型界限，Ⅰ—Ⅱ型干酪根与Ⅲ型干酪根可以芳／烷比值 0.28～0.5 作为界线，也相应于热解产物中芳烃含量为 22～30%（图 5-27），下白垩统干酪根热解产物组成了芳构化程度高的二个群点，其中芳构化程度较低的点群，芳／烷比值

0.5～0.8，相应于热解产物中芳烃含量占30～40%，这是一种镜质体反射率<1.3%的原始Ⅲ型干酪根热解产物的特征。在芳/烷比0.8～1.25范围之间，无点子分布，成为一个突变区，这是一个干酪根发生显著缩合的现象，说明芳/烷比超越该范围时，干酪根进入高成熟和过成熟（变生作用）阶段了，因此，在该值范围的左侧所出现的高芳构化点群，都是高成熟和过成熟的Ⅳ型干酪根，只具备产气态烃的能力了。

表5-14 周口坳陷中部K_1地层演化阶段厚度表

井号	K_1 总厚 (m)	Ro<0.5 厚度 (m)	%	0.5<Ro<1.0 厚度 (m)	%	1.0<Ro<1.3 厚度 (m)	%	1.3<Ro<2.0 厚度 (m)	%	Ro>2.0 厚度 (m)	%
南2井	4500	202	4.5	762	16.92	427.2	9.49	996.8	22.15	2112	46.93
周参12井	5000	710.5	14.21	1279.5	25.95	767.7	15.35	1791.3	35.83	451	9.02
周参10井	894							891	100		
周参11井	4500									4500	100
南9井	3500							594.5	16.99	2905.5	83.01
演化阶段				液态窗				湿气—凝析油		干气	

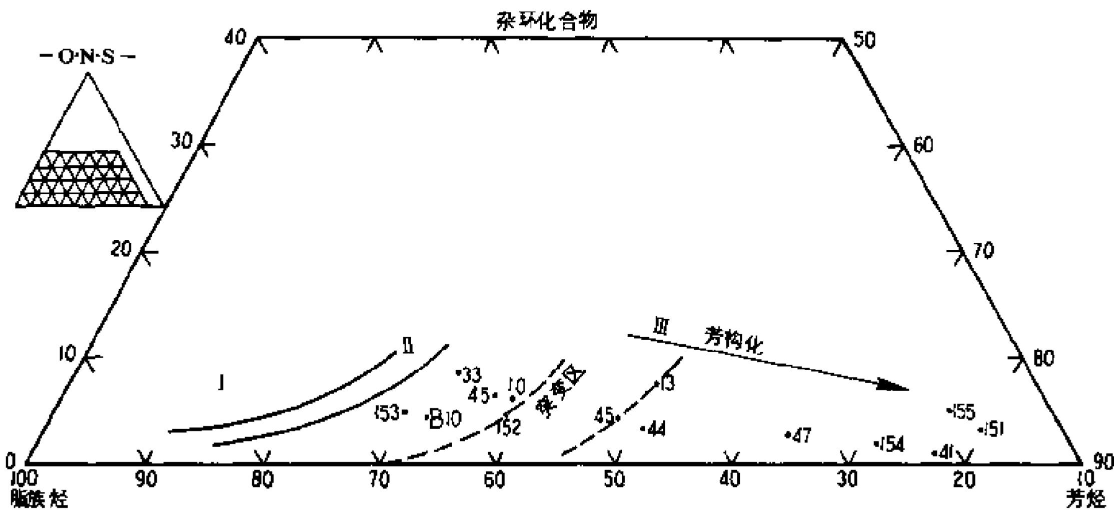


图5-27 干酪根热解产物族组成图

（3）热解分析（Rock-Eval）谱峰特征 干酪根热解峰（S_2）出现复合双峰。周参12井生油岩成熟度相对较浅，双峰较明显（图5-28），一般前峰大于后峰，前峰由430℃增至450℃，后峰由510℃增至548℃。S_2峰为复合双峰现象，在我国中、新生界生油母质中非常罕见，主要原因可能是本区干酪根中存在两种活化能差异较大的原始母质，即前峰为一种低活化能产物，通常称为焦性沥青，它可部分溶解于CS_2中，以产油为主。后峰则以煤素质为主的高聚合物，产气为主，相应热解温度较高，最高可达548℃，说明下白垩统生油母

质较差，在高成熟区，有可能找到天然气。

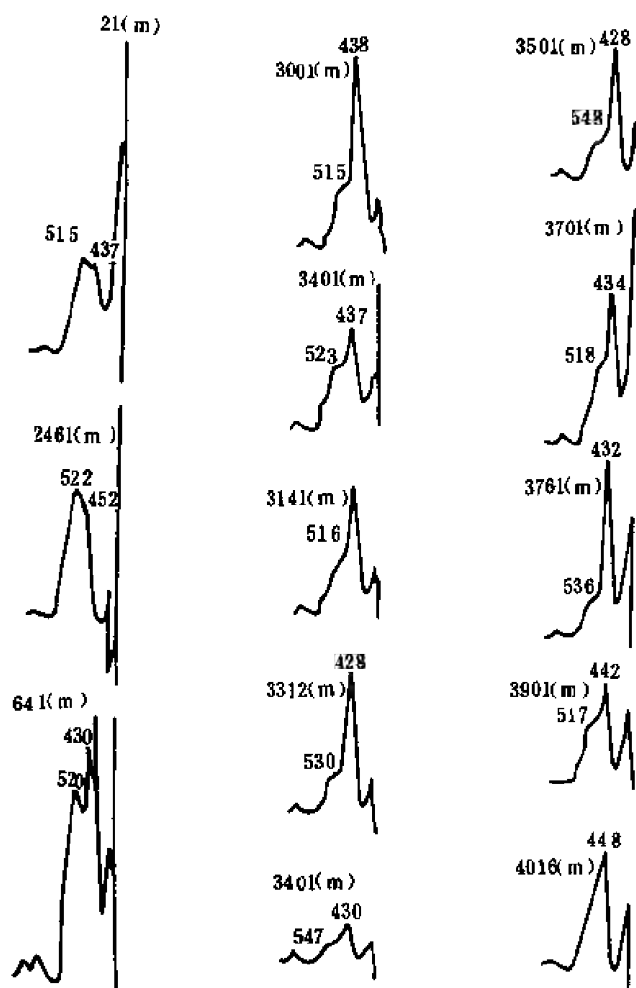


图 5-28 周参 12 井 Rock-Eval 热解谱峰特征图

4.运移效应初步分析，下白垩统可能存在二次生油及二次运移

1981 年 Seifert 和 Moldowan 曾用生物标记化合物参数提出运移参数，他们认为同碳数的 14β、17β、20R 甾烷比 14α、17α、20R 甾烷易于运移．所以，用 C_{29} 甾烷 $\beta\beta$R／$\alpha\alpha$R 之比，与成熟度编成坐标图，可以判断运移效应的存在及运移距离的相对长短。另外，我们以生油岩抽提物或原油中 $\alpha\alpha\alpha C_{29}$ 胆甾烷 20S／（20R+20S）之比为成熟度，将下白垩统生油岩抽提物和原油的化验成果编成图（图 5-29)。由图可以看出下白垩统生油岩抽提物与原油分析点的分布域，基本上属高热化烃类，但这些群点相对可划分二大类：

1）以 $\alpha\alpha\alpha C_{29}$ 胆甾烷 20S／（20R+20S）比（成熟度指标值）＞0.4、相对高成熟度群点，再根据偏离正常成熟的程度，即甾烷 $\alpha\beta\beta$R／$\alpha\alpha\alpha$R（运移效应值）大小又可分成为运移效应明显和不明显两个类型：

①周参 10、11 井大部分的生油岩样均处于高成熟带，氯仿沥青“A”平均只有 54ppm，总烃平均只有 18ppm，所含的成熟烃部分可能有些来自邻区白垩系烃类的运移，如周参 10 井原油（50 号样），但其运移效应不明显，可能是由于原运移通道较大，地质色层效应不强。

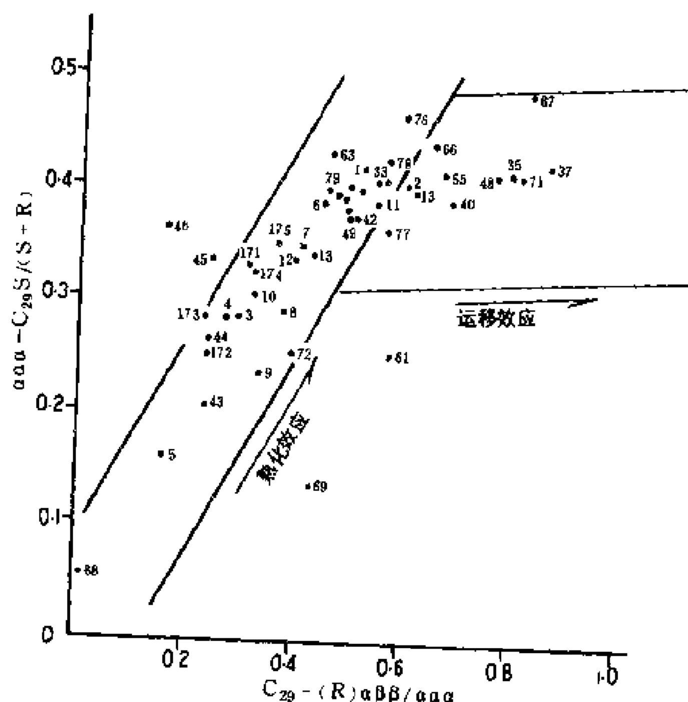


图5-29 周口坳陷中生界油、岩中αααC_{29}胆甾烷与C_{29}甾烷αββR/αααR之比的关系图

②成熟度高、运移效应明显，如周参12井71号岩样及70号油样，属深部白垩系形成原油，向浅部运移结果，取样井深2500米。

2）相应上述的界限，相对低成熟原油也可分成两大类：

①周19井162、170、180号油样点位于演化线范围，是属自生自储类型。

②运移效应明显，如周参12井160号油样，属经较长距离运移的原油。

另外，根据周19井浅部及深部的原油成分对比，结合地层接触关系和构造特征分析结果，下白垩统生油岩存在二次生油及原油二次运移。周19井下第三系底部大仓房组-玉皇顶组，厚51.28米的砾状砂岩及砾岩，中间有几米的隔层，于夹层上、下部分别取165号和162号油样，下部162号样五环三萜中富含伽马蜡烷，伽马蜡烷/C_{30}（霍烷+莫烷）值为0.53、伽马蜡烷/C_{31}霍烷值为2.62，上部165号样则相反，伽马蜡烷少得多，相应值分别为0.28和0.69，与深部井深3159.2米170号样、井深3511.3米180号样它们正构烷烃和类异戊二烯烃非常相似，芳烃中三芳甾烷含量均很高（图5-30、图5-31），属自生自储类型。

说明这两层原油来自下白垩统生油岩，根据（图5-31），可看出上部的原油（165号样）成熟度较高，运移效应明显，无生物降解，γ-蜡烷含量较低；下部的原油（162号）成熟度较低，运移效应不明显，有中度生物降解，富γ-蜡烷。这种差异是不同时期生成、运移、聚集的原油所造成的，这样解释较为合理，由于白垩系与第三系为角度不整合，下部油砂是下第三系沉积时，上升受剥蚀的下白垩统随第三纪盆地第一次沉降被埋藏，由下白垩统上部（K_1y上）生成的油沿北侧断层，上升运移至玉皇顶底部储集。由于伽马蜡烷的优先成烃和运移特征，所以在这次生成的石油中，伽马蜡烷在五环三萜中的丰度较高，但由于埋藏较浅，使石油受到微生物降解作用较明显，正构烃和类异戊二烯烃达到不易辨认的程度，

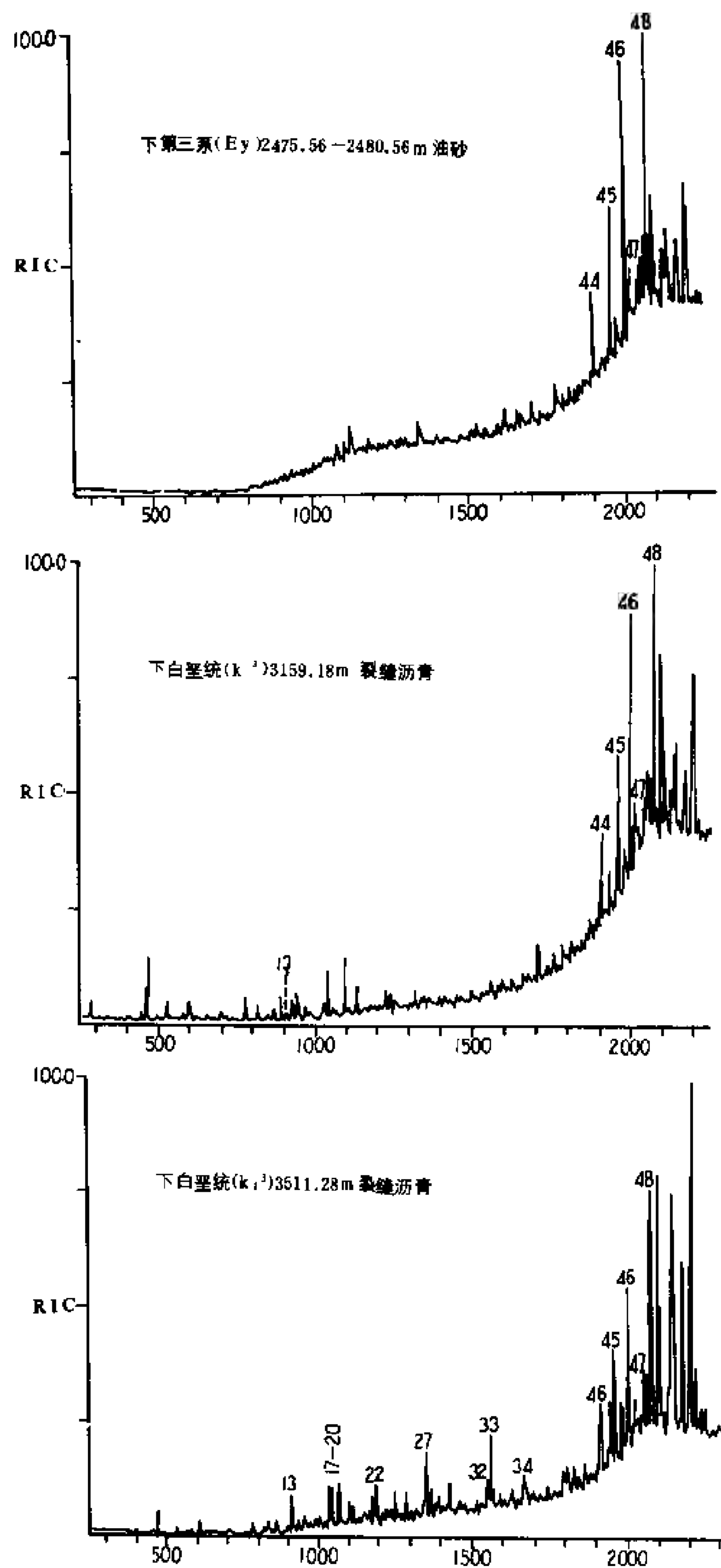


图 5-30 周 19 井下第三系及下白垩统油砂及裂缝沥青芳烃重建离子流图

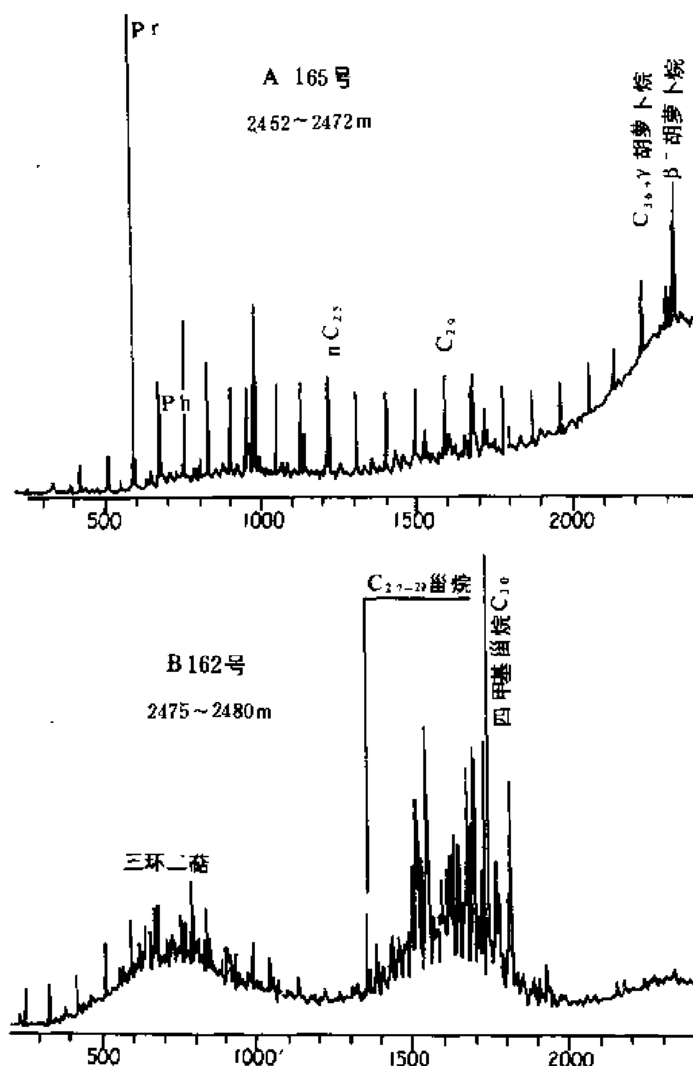


图 5-31 周 19 井下第三系底部上（165 号）、下（162 号）油砂样品总离子流图

说明玉皇顶组埋藏较浅时，属第三纪早期下白垩统石油已向上运移的证据。在下第三系沉积后期受抬升、剥蚀之后，于晚第三纪沈丘凹陷又开始第二次沉降，周 19 井一带下白垩统再次埋深、再次熟化，开始了二次生油。上层原油（165 号样）属下白垩统下部（K_1y 下），经较长距离运移，伽马蜡烷在五环三萜中的相对丰度较低，生物降解现象不明显，为玉皇顶组埋藏相对明显加深的第三纪后期，下白垩统二次成油与运移的产物。说明周 19 井地区的下白垩统可能有两个主要石油生成、运移、聚集期，沈丘凹陷燕山构造断裂活动强烈，白垩纪期间生成聚集的石油已部分遭破坏，但存在早第三纪向上运移部分，及晚第三纪生成聚集的石油为第二次生成、运移部分，这种特征在石油勘探上值得注意。

5.生油条件及油气远景预测

根据周口下白垩统油气生成的基本地质条件研究，虽然生油岩干酪根类型较差，但仍具有一定的生油能力。油气运移初步分析结果，证实周参 10、12、19 井等油气显示的原油来自于下白垩统生油层。据现在已获得的地质及地球化学资料，本文采用两种方法对生油量定

量评价，以数字化积分法、热模拟法对下白垩统的油、气资源进行计算。

(1) 数字化积分法 计算方法原理及计算结果和资源预测。

1) 计算方法及原理：数字化积分法是以预测生油层取得的残留氯仿沥青“A”资料为基础，编出氯仿沥青“A”等值图，结合该区地球化学资料，在确定生油门限值后，编制有效生油岩等厚图。将上述两张图用跟踪扫描法由数字化桌输入赛伯–720型计算机，按一定数学模式计算各输入点的生烃强度（单位面积生油量），最后用本森绘图仪输出和绘制生烃强度分布图（生烃量等值图）。计算过程中所用数学模式为：

$$Q_{总}=\frac{1}{1-K}\ (S\cdot H\cdot A\cdot \rho)$$

式中 $Q_{总}$——总生烃量，10^8t；

K——运移系数（本区用 Rock–Eval 实测运移系数为34.6%，实际用35%）；

S——有效生油岩面积，km^2；

H——有效生油厚度，m；

A——各测点氯仿沥青“A”含量，%；

ρ——生油岩相对密度，一般用 $23\times10^8t/km^3$。

数字化积分法与一般体积法相比较具有如下优点：

①数字化积分法计算生烃量由于采用了等值线输入计算参数（H、A），结果使参数分布合理优化，从而较好地克服了陆相生油层生油潜力的非均质性与取值代表性的矛盾。

②数字化法输入氯仿沥青“A”等值图及有效生油等厚图按小区块计算生烃量，区块划分按X轴为128列，测区为正方形时Y轴亦为128列，如Y轴大于X轴时Y轴还可任意增加列数，因而区块最小个数为 $128^2=16384$ 个。在参数取值合理的情况下，区块划分越细，计算精度越高。因此数字化积分法较目前一般所用体积法的计算结果更可信。

③数字化积分法可将预测地区的最终计算结果以生烃量等值图形式输出，该图的功能不仅可以提供一个含油气盆地的总生烃量，而且还可以根据生烃的强度分布确定生油中心（最大生烃强度分布区）。根据陆相油气盆地短距离运移的特点、油气藏多围绕生油中心分布的特点，生烃强度图可以为油气富集规律研究及其勘探部署提供依据。

2) 计算结果及资源预测值：周口坳陷中部凹陷下白垩统有效生油岩分布面积2365平方千米，生油层平均厚909米，生油岩总体积1936立方千米，据周参12井实测运移系数34.6%，选用值35%。本区由于勘探程度尚低，只能根据地震结合钻井地质及有关地球化学资料作出周口中部凹陷下白垩统生油层等厚图。氯仿沥青“A”值仅根据周参12、11、10、南2、9等5口井126个数据平均值。鉴于部分地区有机质已处于较高演化阶段，确认残余氯仿沥青“A”值小于50ppm以下者属过成熟阶段产物，在氯仿沥青“A”的平均取值中未参与计算。据任2井模拟实验结果，生油高峰时期，最高产烃量可达1000ppm的生油岩，当热演化阶段进入湿气—凝析油或干气阶段之后，残余氯仿沥青“A”值一般小于50ppm。因此，采用上述平均结果，全区氯仿沥青“A”平均含量取205ppm，为本区实际的运算值。

根据上述选值，本区计算总生油量为14亿吨。概率法（蒙特卡洛法）统计结果，概率20%的总生油量36.702亿吨，概率50%的总生油量18.754亿吨，概率80%总生油量2.39亿吨。

根据计算输出生烃强度图（图 5–32），平均生烃强度为 0.59 百万吨／平方千米。主要生油中心位于郭平楼一带，白寺、双楼山和砖桥一带也呈现生烃强度分布高值区（最大生烃强度达 1.4～1.6 百万吨／平方千米）。

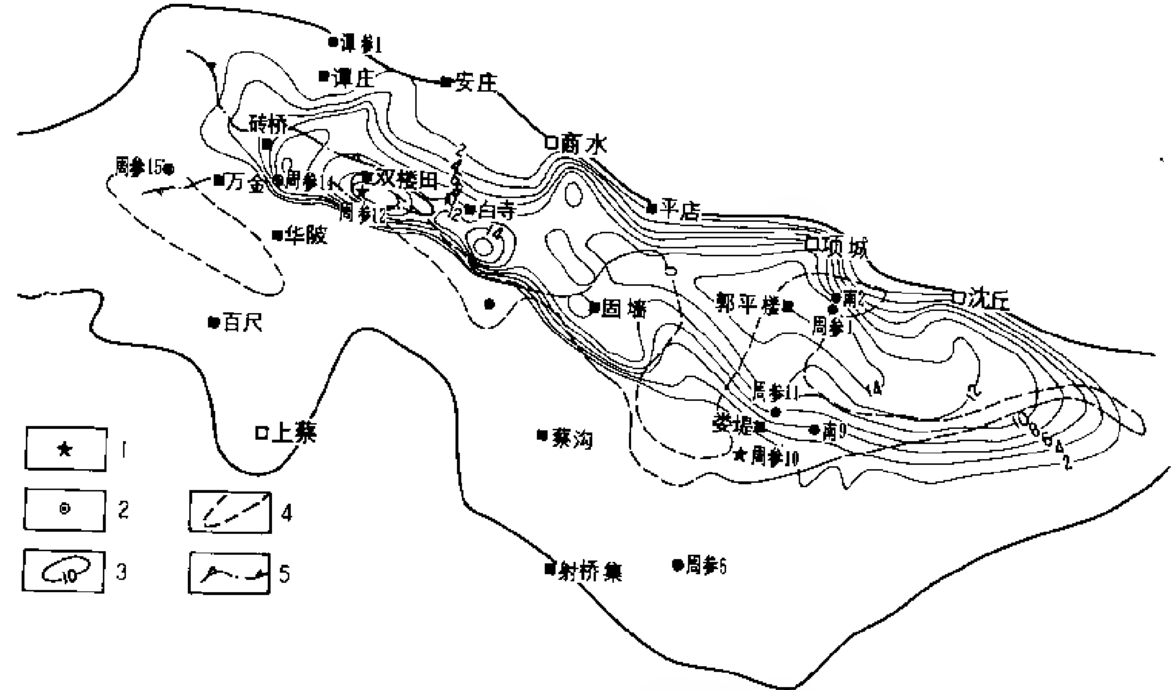


图 5–32 周口坳陷中部 K 生烃强度平面图

1—出油井；2—油气显示井；3—生烃强度等值线（$10^6 t / km^2$）；4—中央构造带，5—砂体尖灭线

根据实际资料，仅利用生聚法对资源预测进行了估算，现将结果分述如下：

运聚系数选择：

根据我国中新生界 42 个含油气盆地 99 个生油层系最大生烃强度与平均生烃强度将其分为四类（表 5–15）。

根据生烃强度分类，周口坳陷属Ⅲ～Ⅳ类，结合本区构造和储集条件综合考虑，周口坳陷运聚系数选择 5%。

评价结果预测资源 0.70 亿吨，蒙特卡洛法计算，概率 50% 为 0.94 亿吨；概率 80% 为 0.12 亿吨。综合分析，本区预测资源 0.7～0.94 亿吨。

（2）热模拟法　根据有机质热演化条件研究，周口坳陷中部下白垩统 50% 以上的生油岩已进入湿气—凝析油的干气阶段。目前以残余有机质为基础的油气评价方法，对于低成熟的油气盆地分析效果较好，而对于高成熟的油气盆地则结果往往偏低。主要原因残余法的计算参数中不包括 C_1—C_{15} 的轻质烃，这一部分烃在任何生油母质中均占有相当大的比重，尤其是树脂母质在较低成熟阶段（Ro－0.4～0.6%）即可生成大量的轻质烃或凝析油。生油岩残余生烃量虽然可以通过实测运移系数将其恢复为总生油量，但这个运移系数是各种烃类的宏观代表值，由于烃类的组成结构不同，运移率差异很大，D.莱塞豪斯等人（1982）研究挪威含油气盆地的资料证明，C_{20} 以上的正构烷烃运移率可达 60% 以上。由此，C_1—C_{15} 轻烃的取值和计算是提高生油潜力评价精度的主要因素。

表 5-15　中国主要油气盆地生烃强度分类

生烃强度 ($10^6t/km^2$) \ 类别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
最大生烃强度	>10	5~10	2.25~5	<2.5
平均生烃强度	>1.5	1~1.5	0.5~1	<0.5
运聚系数 (%)	>10	6~10	3~5	<3
实例	松辽、华北、泌阳	酒西、珠江口	阜新、吐鲁番	民乐、花海

1) 模拟样品的选择及其基本地球化学参数：模拟周口坳陷中部的油气生成，最合理的是选择本区各类不成熟生油岩作出不同演化阶段的气、液态烃产烃率图版。但由于周口坳陷不成熟生油岩类型少，选择了南部相邻的任店凹陷下白垩统过渡型生油岩，其基本地球化学参数见表 5-16。

表 5-16　任 2 井低熟生油岩基本地球化学参数

样号	有机丰度			母质性质及类型							Ro (%)
	C_{OT} (%)	"A" (%)	S_1+S_2 (mg/g 岩石)	H/C	O/C	I_H	I_o	$\delta^{13}C$ (‰)	镜检	综合分类	
M_1	1.95	0.0380	1.73	0.93	0.14	83	60	−24.88	$Ⅱ_1$	$Ⅱ_2$	0.55
M_{2+3}	3.24	0.0596	5.98	0.89	0.16	170	43	−23.44	$Ⅱ_2$	$Ⅱ_2$	0.50

2) 模拟实验条件：实验采用不锈钢温压釜和脱气仪相联结装置抽空密封，每个温度点恒温 10 小时达到反应体系作用平衡，各温度点的产物油、气、水、沥青、残渣同时收集，分别采用冷凝和抽提计量，并对各种产物作配套的地球化学分析，取得系统的分析资料。

3) 各种地球化学参数的演化规律及气态和液态烃图版的制作：

a.不同模拟温度下干酪根中镜质体反射率随着模拟温度增高，由于干酪根中镜质组有序排列增强，从而导致其反射率增大（图 5-33）。

任 2 井下白垩统两个样品（M-1，M2+3）的变化趋势完全相同，未加温前干酪根的 Ro 值 0.5~0.55%，随着模拟温度增高而 Ro 值增大，当模拟温度达 700℃时，Ro 值接近 3.75%。根据任 2 井生油岩干酪根模拟温度与 Ro 值的变化趋势初步确定，当模拟温度达 430℃时，生油液态窗阶段已基本结束而进入湿气—凝析油阶段，当模拟温度达 525℃时，该区生油母质已进入干气阶段。

b.不同模拟温度下干酪根的 C、H、O 元素变化：由图 5-34A（H/C 原子比—模拟温度关系）及图 5-34B（O/C 原子比—模拟温度关系）可以看出，生油岩热模拟过程中，随着模拟温度增高，干酪根的 H/C 和 O/C 原子比有规律地降低，但各阶段降低的速度却有所不同，相应于 Ro 在 0.7~1.0%之前，无论 H/C 原子比还是 O/C 原子比的急剧减少

说明干酪根母体侧链上的−COOH、−C＝O 等含氧基团的脱除。当相应的 Ro 值达 1.3~2.0%时，上述变化明显减缓，降解速度降低。当 Ro 值达 2.0%以后，降解速度更缓慢了。上述人工热模拟过程符合干酪根热降解成油过程，模拟产物性质稳定，质量可靠。同时，H／C 和 O／C 原子比随模拟温度变化而变化的趋势，为我们对于高成熟阶段残余干酪根 H／C 及 O／C 原子比的恢复提供了依据和途径。

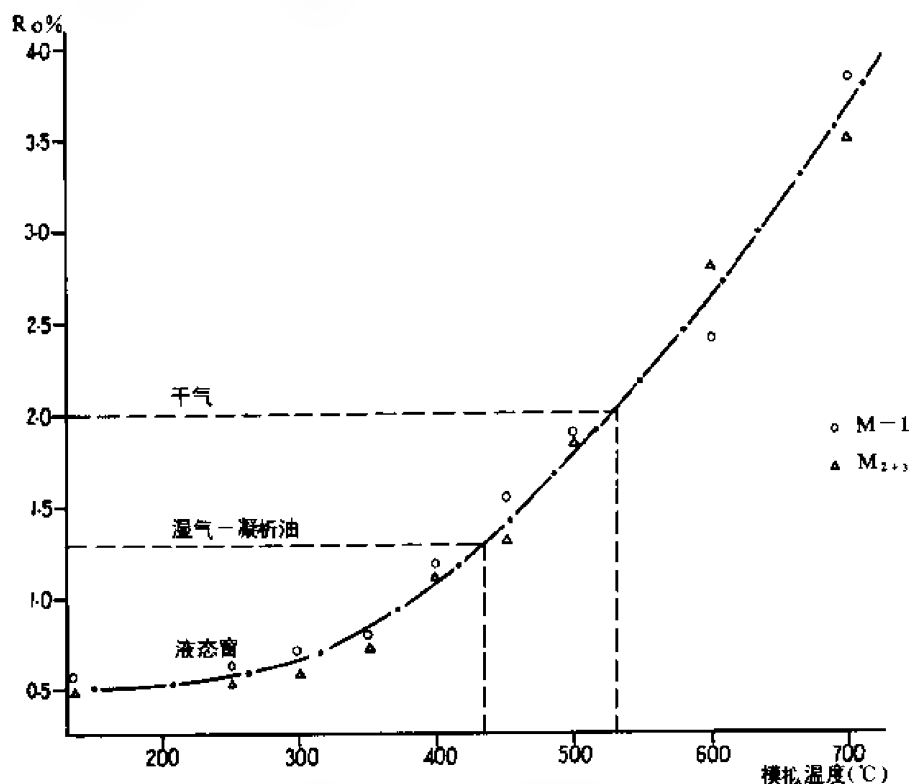
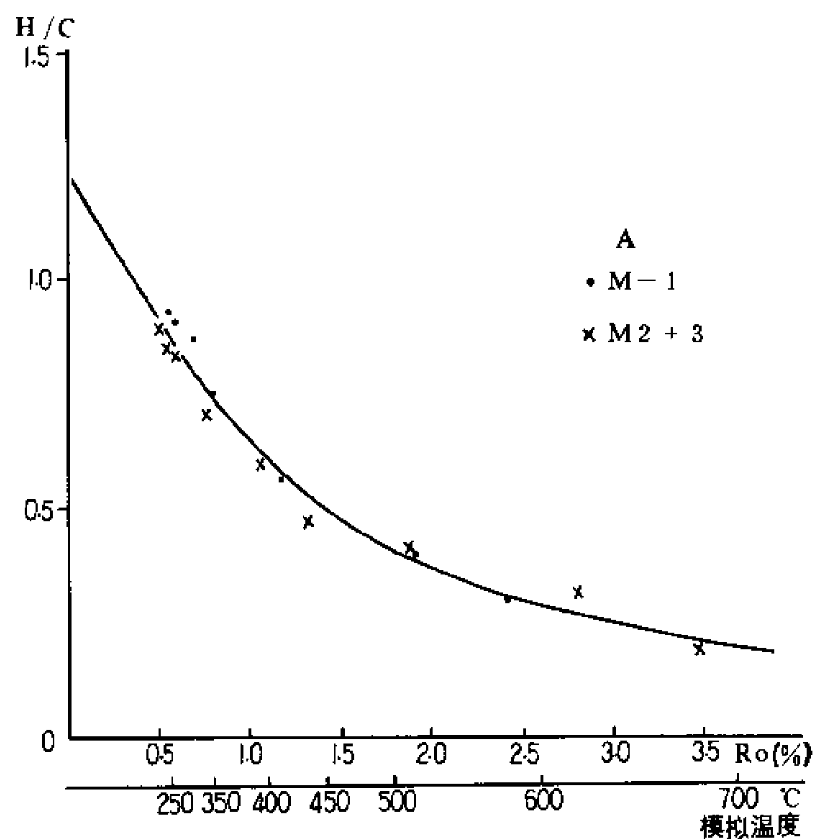


图 5−33 任 2 井 K_1 生油岩热演化模拟温度与 Ro 关系图

c.模拟产物甲烷及干酪根的 $\delta^{13}C$ 变化：模拟产物气态烃中甲烷的 $\delta^{13}C$ 和不同演化阶段干酪根 $\delta^{13}C$ 的变化表明，甲烷碳同位素变化范围较宽，从液态窗→湿气—凝析油→干气，甲烷 $\delta^{13}C$ 由 −40‰增至−28‰，而干酪根的变化幅度却远比甲烷要小得多，干酪根一般由 $\delta^{13}C$ −25‰增至−23‰，一般变化范围仅 ± 1‰（图 5−35），说明热演化过程中气态烃的同位素分馏作用远比干酪根明显，许多地球化学家利用干酪根同位素进行成油母质分类也是利用其在热演化中比较稳定这一特点。

d.模拟产物气态烃的组成变化：任 2 井下白垩统生油岩在模拟温度 250℃（Ro＝0.5%）时即产生 C_1~C_3 的气态烃，且随热成熟度增高而增大，当模拟温度达 600℃时（Ro＝2.42%），C_2~C_3 产物基本消失，C_4 以上正异构气态烃的变化规律是从 300℃（Ro＝0.71%）开始出现，450℃（Ro＝1.55%）达到高峰，500℃时（Ro＝1.91%）基本消失（见图 5−36A、图 5−36B）。

e.液态烃和气态烃产率变化：热模拟过程中液态烃包括两部分，一是在各模拟温度下由液态烃收接管直接收集的部分；二是并加上残渣中抽提出的氯仿沥青“A”部分。前者以 C_7



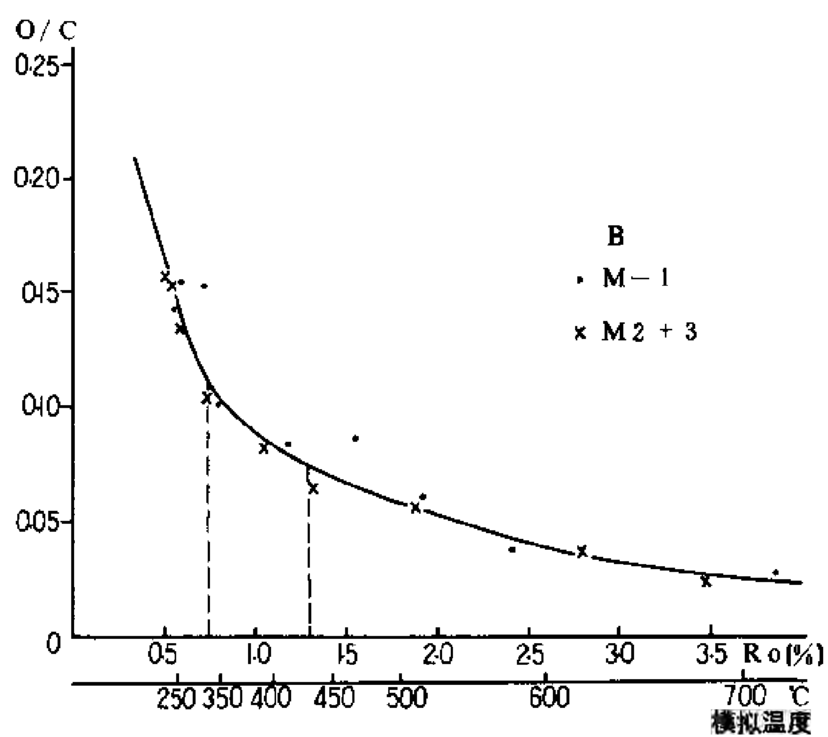


图 5–34 任 2 井 K_1 生油岩干酪根 H／C、O／C 与模拟温度关系图

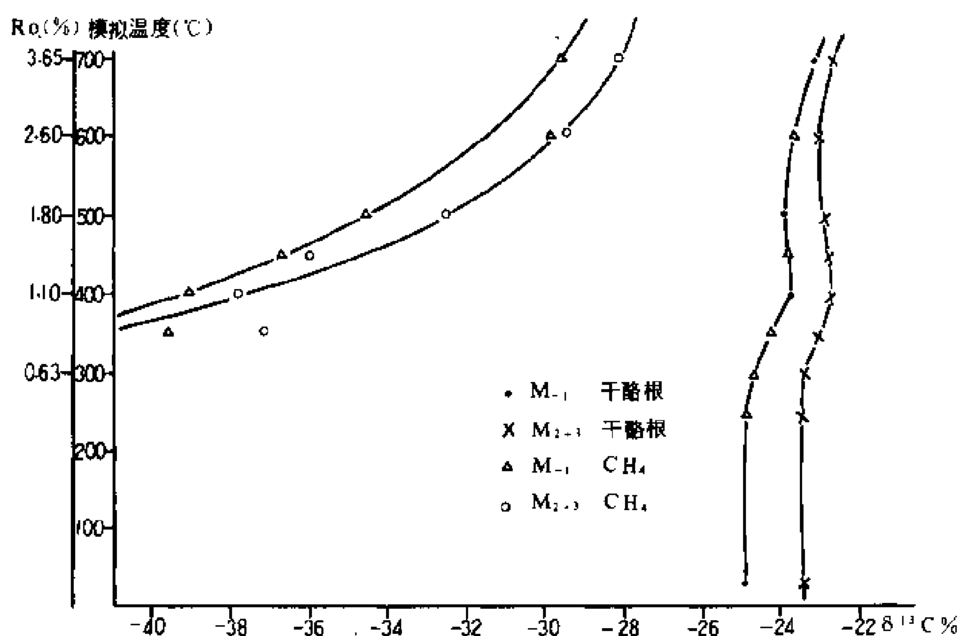


图 5–35 任 2 井 K_1 干酪根及模拟产物 CH_4 的 $\delta^{13}C$ 与模拟温度关系

～C_{20} 为主，后者则是 C_{14}～C_{34} 的馏分，液态烃量随模拟温度增高而增大，在 375 ℃（Ro＝1.0%）达最大值（1.44 公斤／吨岩石），之后，由于干酪根中芳香片的进一步缩合，液态烃产率又逐渐减少，当模拟温度达 420℃时(Ro＝1.3%)，液态烃产率降至 1.08 公斤／吨岩石，当模拟温度达 520℃时（Ro＝20%），液态烃产率降至 0.36 公斤／吨岩石（图 5–37B)。

由（图 5–37A）可见，任店凹陷下白垩统生油岩在模拟温度 380℃前（Ro＝1.0%）气态烃产率一般小于 1 立方米／吨岩石，随着模拟温度增高，气态烃产率不断增大，当 Ro 为 1.30%时，产气率达 2.2 立方米／吨岩石，当 Ro 大于 2%时，产气率达 6 立方米／吨岩石以上，且随着热成熟度增高还有继续增大趋势。

f.生油、气总量的计算及油气评价:

(a) 关于不同热演化阶段生油岩体积的计算：用不成熟生油岩进行热模拟分别测算出各演化阶段的气、液烃产率之后，还必须测算出不同演化阶段的生油岩体积，分别计算出各演化阶段生油岩的气、液态烃之和，即为该区总的气、液态烃生成量。

根据本区实际资料，对于不同演化阶段地质体的划分，采用分区测算镜质体反射率与深度关系，按 Ro 由 0.5～1.0%；1.0～1.3%；1.3～2.0%；＞2.0%四阶段相应生油岩厚度的比例关系，结合今构造图，分区计算出上述四个阶段的生油岩体积。对于周口坳陷中部分区以杨寨南北延伸线为界，西部以周参 12 井资料为代表，东部以南 2 井资料为代表，分别测算出东部和西部不同演化阶段的生油岩体积（表 5–17）。

(b) 关于演化阶段气、液态烃的产率选值：本志选用任店凹陷任 2 井下白垩统生油岩为热模拟原样，其有机质丰度平均为周口坳陷中部下白垩统的三倍，即任 2 井下白垩统生油岩有机碳平均含量 3%，周口坳陷中部 K_1 生油岩有机碳平均含量仅 1%。因此有关模拟的气、液态烃产率与实际计算的产率选值都按上述比例进行处理，使之更符合中部凹陷的实际。

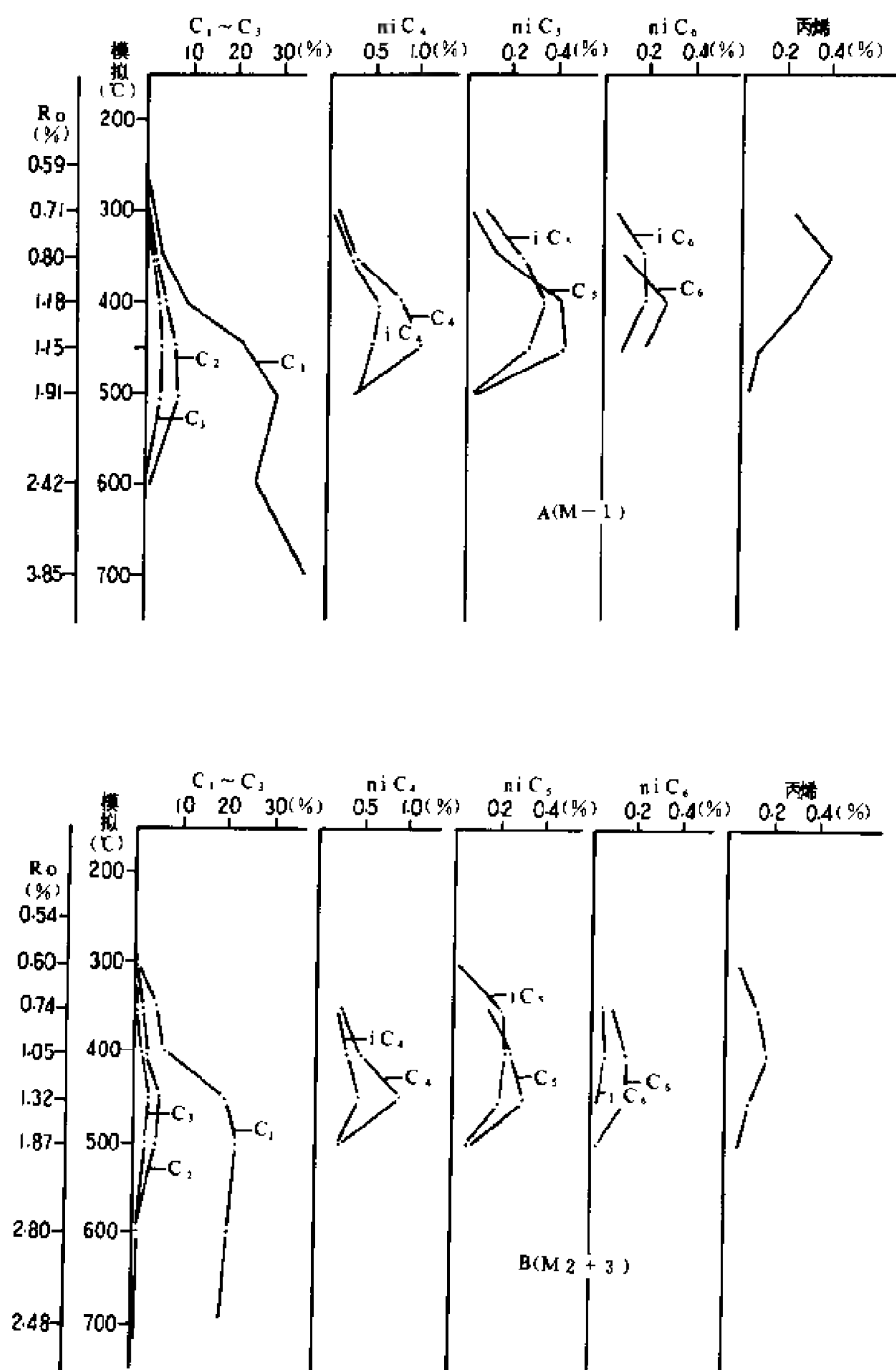


图 5-36 任 2 井 K_1 低熟生油岩 M-1、M2+3 热模拟气态烃组成变化图

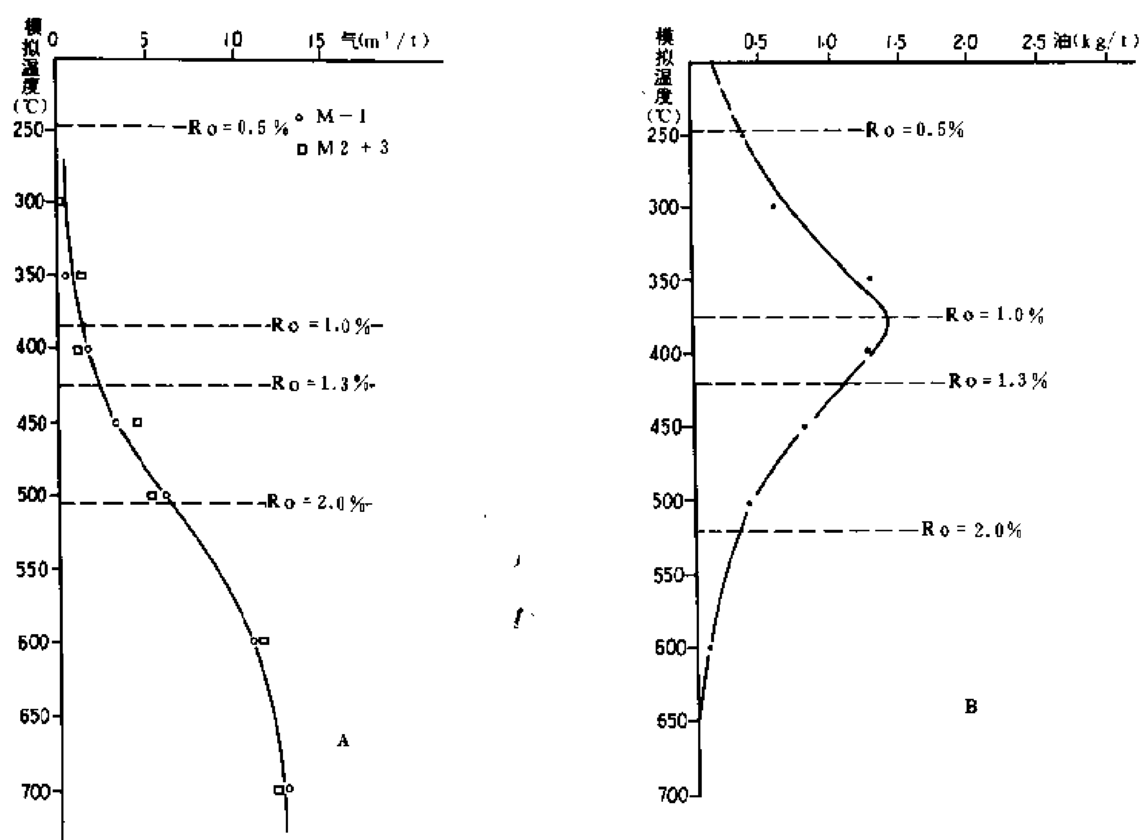


图 5-37 任 2 井 K_1 生油岩热模拟产气、油率曲线图

表 5-17 热模拟生油量计算及资源预测

分区生油岩体积 (km³)	热演化阶段 (Ro%)	K_1 地层厚度 (m)	占总生油岩体积比例 (%)	实际计算生油岩体积 (km³)	液态烃产率选值 (kg/t 岩石)	生油量计算结果 10^8t	资源预测 (10^8t)
杨寨以西	0.5～1.0	1279.5	29.83	288.75	0.30	1.992	
生油岩	1.0～1.3	767 7	17.89	173.18	0.42	1.673	
总体积	1.3～2.0	1791.3	41.76	404.24	0.22	2.045	
968km³	＞2.0	451	10.52	101.83	0.07	0.164	如前所述资源预测中运聚系数取5%，全区预测资源 0.493。
杨寨以东	0.5～1.0	712	16.77	162.43	0.30	1.121	
生油岩	1.0～1.3	427.2	10.02	97.09	0.42	0.938	
总体积	1.3～2.0	969.8	23.46	227.19	0.22	1.150	
968km³	＞2.0	2112	49.72	481.29	0.07	0.775	
总计 1936km³				1936		9.800	

(c) 气态烃的计算结果：根据热模拟法的计算结果（表 5–18），天然气生成量按热值折算，相当于石油生成量的五倍，这一结果除了模拟方法本身可能产生一定误差之外，由于本区生油母岩已处于较高演化阶段也是其原因之一，如本区西部热演化程度较低地区实际上 R_o＞1.3%的生油岩体积也占总体积的 52.3%，而东部仍以南 2 井为例，R_o＞1.3%的生油岩体积已高达 73.2%，东部周参 11 井进入下白垩统的 Ro 值已全部大于 2.0%，说明早已进入干气阶段。然而，母质类型较差，气态烃生成量较大的特点也是主要因素之一。

总之，对于周口坳陷中部凹陷下白垩统油气资源的预测中，我们分别采用了两种不同的方法，一种是以氯仿沥青"A"为基础的数字化积分法计算总资源量。另一种是热模法分别预测油、气资源量。前者计算的总资源量 0.7～0.94 亿吨，后者预测石油资源 0.5 亿吨，天然气资源 70～350 亿立方米。两种不同方法的预测，取得较一致的结果，即本区预测资源量大约在 1 亿吨左右。鉴于本区勘探程度较低，可作为一种初期资源预测的参考数。

表 5–18 热模拟天然气生成量及资源预测

<table>
<tr><th>分区生油岩总体积 (km³)</th><th>热演化阶段 (Ro%)</th><th>K₁ 地层厚度 (m)</th><th>占总生油岩体积比例 (%)</th><th>实际计算生油岩体积 (km³)</th><th>气态烃产率选值 (kg／t 岩石)</th><th>生气总量 10⁸m³</th><th>资源预测 (10⁸m³)</th></tr>
<tr><td rowspan="4">杨寨以西生油岩总体积 968km³</td><td>0.5～1.0</td><td>1279.5</td><td>29.83</td><td>288.75</td><td>0.250</td><td>1660.31</td><td rowspan="9">全区运聚系数选择 0.001，可获天然气资源 70×10⁸m³ 运聚系数选择为 0.005，可获天然气资源：350×10⁸m³</td></tr>
<tr><td>1.0～1.3</td><td>767.7</td><td>17.89</td><td>173.18</td><td>0.622</td><td>2477.51</td></tr>
<tr><td>1.3～2.0</td><td>1791.2</td><td>41.76</td><td>404.24</td><td>1.300</td><td>12086.78</td></tr>
<tr><td>＞2.0</td><td>451</td><td>10.52</td><td>101.83</td><td>3.333</td><td>7806.19</td></tr>
<tr><td rowspan="4">杨寨以东生油岩总体积 968km³</td><td>0.5～1.0</td><td>712</td><td>16.78</td><td>162.43</td><td>0.250</td><td>933.97</td></tr>
<tr><td>1.0～1.3</td><td>427.2</td><td>10.03</td><td>97.09</td><td>0.622</td><td>1388.97</td></tr>
<tr><td>1.3～2.0</td><td>996.8</td><td>23.46</td><td>227.19</td><td>1.300</td><td>6792.98</td></tr>
<tr><td>＞2.0</td><td>2112</td><td>49.72</td><td>481.29</td><td>3.333</td><td>36895.21</td></tr>
<tr><td>全区 1936km³</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>70041.92</td></tr>
</table>

第六章　华北盆地南部上古生界

古生代沉积期间，周口坳陷属华北地台南缘的一部分，沉积特征与整个华北地台区属同一类型，为浅海相逐渐转变为陆相的较稳定地台型沉积，地层分布面积大，相带较稳定，因此，本章运用有关资料时，以华北盆地南部作为整体，范围包括：河南省境内的开封坳陷、太康隆起、济源盆地、洛阳盆地及周口坳陷等构造单元，向东延伸至安徽省的整个徐蚌隆起（图 6–1）。

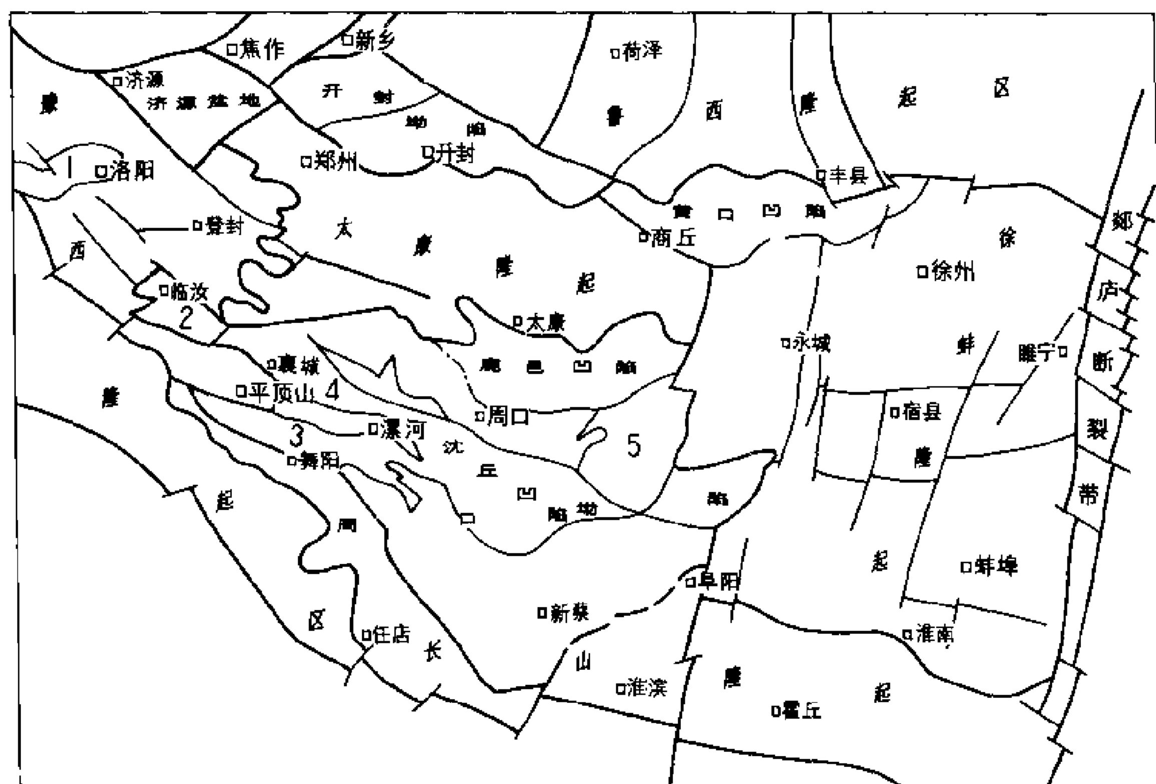


图 6–1　华北盆地南部构造分区略图

1—洛阳盆地；2—临汝盆地；3—舞阳凹陷；4—襄城凹陷；5—倪丘集凹陷

华北石炭、二叠系是我国研究最早的煤系地层，也是河南探区重点研究和勘探的主要目的层之一，各项资料较丰富，属主要的气源岩，为勘探煤成气的主要领域。

下古生界为寒武系及中奥陶统，岩性与整个华北地台相似，缺失志留系及上古生界泥盆系、下石炭统，上、下古生界是区域性的平行不整合接触关系，下古生界的分布情况及主要岩性（包括上古生界）在第三章第一节的四部分已作较详细描述。

第一节　地层对比和划分

一、地层对比与划分

华北盆地南部的石炭、二叠系总厚度1100～1500米，其中煤系地层（煤层及相邻的暗色泥岩总称）厚为700～950米，顶部上二叠统的石千峰组为非煤系地层。1959年全国地层会议之后，本区地层改为与太原西山剖面统一的地层单位，根据本区含煤情况及沉积旋回，将石炭—二叠系地层进一步划分为八个含煤段：上石炭统太原组为一煤段，二叠系山西组为二煤段，石盒子群为三至八煤段。近年来古生物群、带研究结果，本区各组段的相应地层界限与太原西山剖面划分不一致，分层界线相对提前（表6–1），但通过古生物研究工作，基本上提出了较统一的各段生物组合演化特征，作为划分的依据，以河南省平顶山石炭系—二叠系剖面为例，划分结果见图6–2。

表6－1　石炭、二叠系对比关系表

太原西山剖面		华北盆地南部	
T_1	刘家沟组	T_1	刘家沟组
P_2^2	石千峰组	P_2^2	石千峰组
P_2^1	上石盒子组	P_2^1	石盒子群（大风口群）：上石盒子组（云盖山组）
P_1^2	下石盒子组	P_1^2	石盒子群（大风口群）：下石盒子组（小风口组）
P_1^1	山西组	P_1^1	山西组（神后组）
$P_1^1 \sim C_3$	太原组	$P_1^1 \sim C_3$	太原组（朱庄组）
C_2^2	本溪组	C_2^2	
O_2		$O_2 \sim €$	

二、各段地层分布情况

华北盆地南部处于地台区边缘，受到南部相邻秦岭褶皱带影响，处于相对活动地带，石炭—二叠系煤系地层不同的地区厚度不同，总的趋势东部厚、西部薄。各段地层变化情况如下：

①中石炭统本溪组于本区北部（焦作—肖县一线以北），地层分布较稳定，南部厚度变化大（包括周口坳陷），主要岩性为铝土岩，受奥陶系石灰岩顶部受剥蚀的古喀斯特地形的控制；

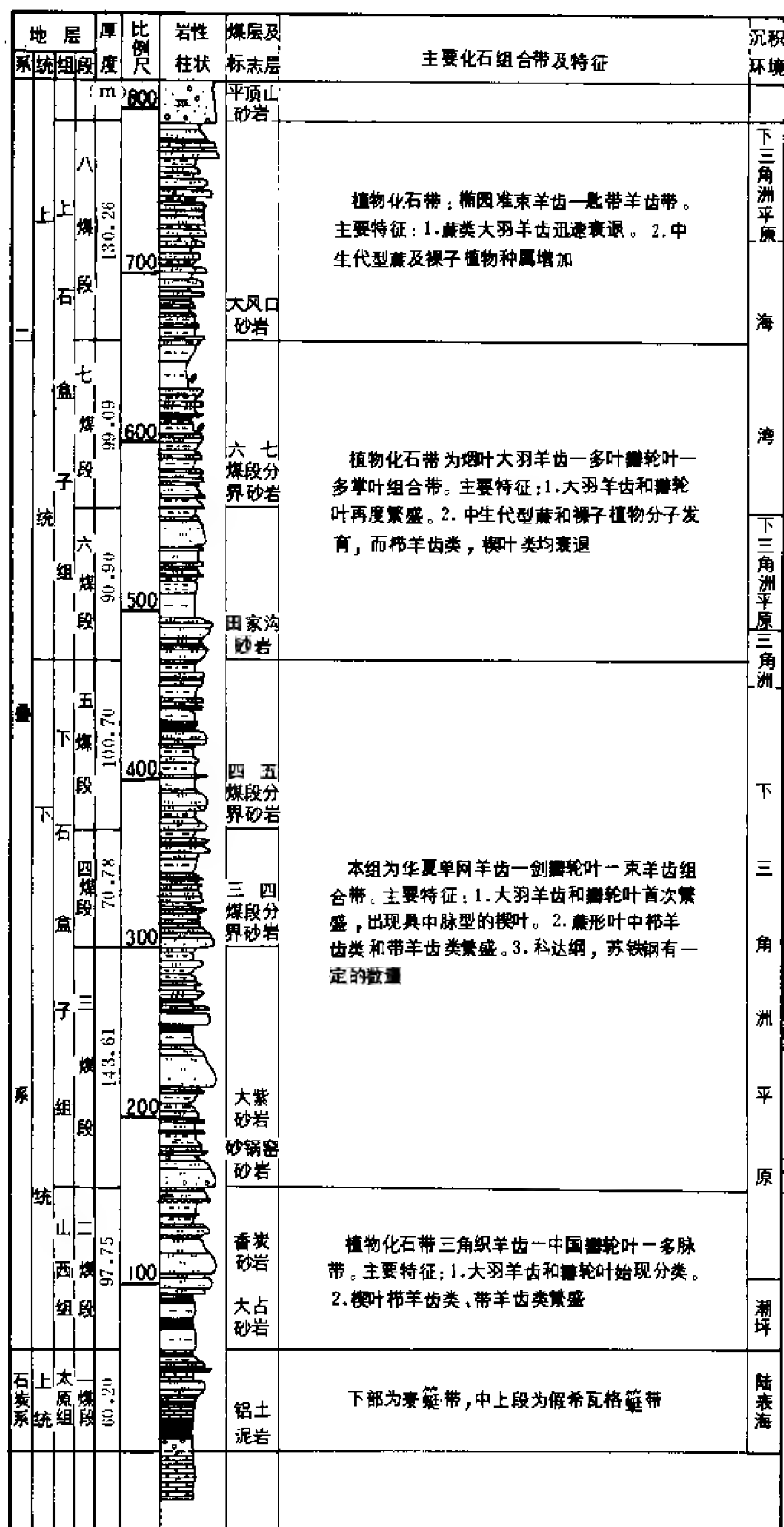


图 6–2 河南平顶山煤系柱状剖面图

图 6-3 石炭、二叠纪煤系地层等厚图

图 6-4 华北盆地南部济源—薛城石炭二叠纪沉积断面图

②上石炭统太原组东厚西薄，鲁西南至淮北一带厚度为180米左右,向西至宜洛一带只有35～40米；

③下二叠统下部山西组地层厚度全区变化不大，一般80～100米；

④下二叠统上部下石盒子组，东部较厚300～350米，向西部逐渐减薄为250～200多米；

⑤上二叠统下部上石盒子组，以安阳—开封一线为界，以东厚度均大于300米，最厚达600多米；以西地层厚度为200～300米。

根据石炭—二叠系各段地层的等厚图，各个时期的沉积幅度继承性强，地层等厚线的走向均为近南—北向分布（即北北西向）。因此，将各段厚度叠加后，所作的石炭—二叠系煤系地层等厚图，可反映全区变化趋势（图6–3），仍然为东部厚、西部薄。近年来研究结果，地层厚度差异有两个主要因素：①接受沉积的盆地基底（奥陶系表面）沉降幅度差异明显，东部幅度较大，明显控制了1～2煤段地层厚度，如济源—薛城东西向沉积断面图（图6–4）；②后期隆起的差异剥蚀,如石盒子群顶部与石千峰组之间存在古侵蚀面，尤其西部最显著，宜洛至朝川一带八煤段大部分或全部被剥蚀，与基底相对稳定上升的控制因素有关。

第二节　煤系的赋存及成煤相带主要特征

一、煤层赋存情况

煤是最主要的生气母岩，研究其厚度分布规律直接关系到找寻煤成气的方向。本区太原组至石盒子群皆含煤层，总层数可达30余层，主要煤层分布在山西组下段和石盒子组。

平面上煤层厚度等值线大致呈东西方向分布（图6–5），平行沉积走向（海岸线方向）。北部和南部是两个煤层累厚大于10米的地带；北部厚煤层带分布于济源—荷泽—滕县一线以北，全为太原组、山西组煤层，总厚在12～15米之间，石盒子组不含煤；南部厚煤层带分布在洛阳—新密—商丘—永城一带以南，各时代煤层累厚达10～40米。煤层总厚自北向南增大，其中平原区周参7井煤层累厚达37.5米。淮南地区煤层发育较好，个别钻孔（凤台以北）厚达64米。南部厚煤带中以下石盒子组含煤较好，煤层累计厚度占整个剖面的一半，而太原组的煤层极薄。两个厚煤带之间是一个薄煤带，煤层累厚均小于10米，这是由于该带的石盒子组与太原组的煤层均发育不好，只有山西组的煤层较发育。中部平原区煤层一般都在10米以上，向南也有增厚的趋势，鹿邑、淮阳一带煤层总都在20米以上，这与石盒子群中的煤层往南增厚有关。

总之，空间上，石炭、二叠系煤层总厚度向南增加；时代上，聚煤层位向南增高，煤层增多，厚度增大。

二、成煤相带主要特征

聚煤作用与海水进退关系密切，二叠纪煤层随海退而向南迁移。

太原组的煤层形成于海侵过程中，碳酸盐岩相对较发育，南部滨海沿岸咸水—半咸水沼泽形成的煤层薄而稳定，结构简单，以含草莓状黄铁矿为特征，易形成中灰、高硫煤，有机显微组分中镜质组占80%，丝质体、半丝质体约占18%，壳质体一般小于2%，无机组分为粘土质。向北面陆地方向煤层厚度增大。

山西组的煤在全区普遍发育，单层厚度4～6米甚至更大。本区山西组的厚煤层不属于同一层位，西部、北部的厚煤层皆为二$_1$煤，形成于海退海湾潮坪沉积物之上，当有潮道发

育（如登封暴雨山、平顶山32线、荥阳二井田）时，其上煤层一般较薄。东南部（商丘—砀山以南、太参2井至确山以东）的二$_1$煤发育在深水海湾泥质充填物之上，由于沼泽覆水较深，煤层发育差，直到海湾被砂质沉积物充填后才形成较厚的二$_2$煤，因此其层位略高。

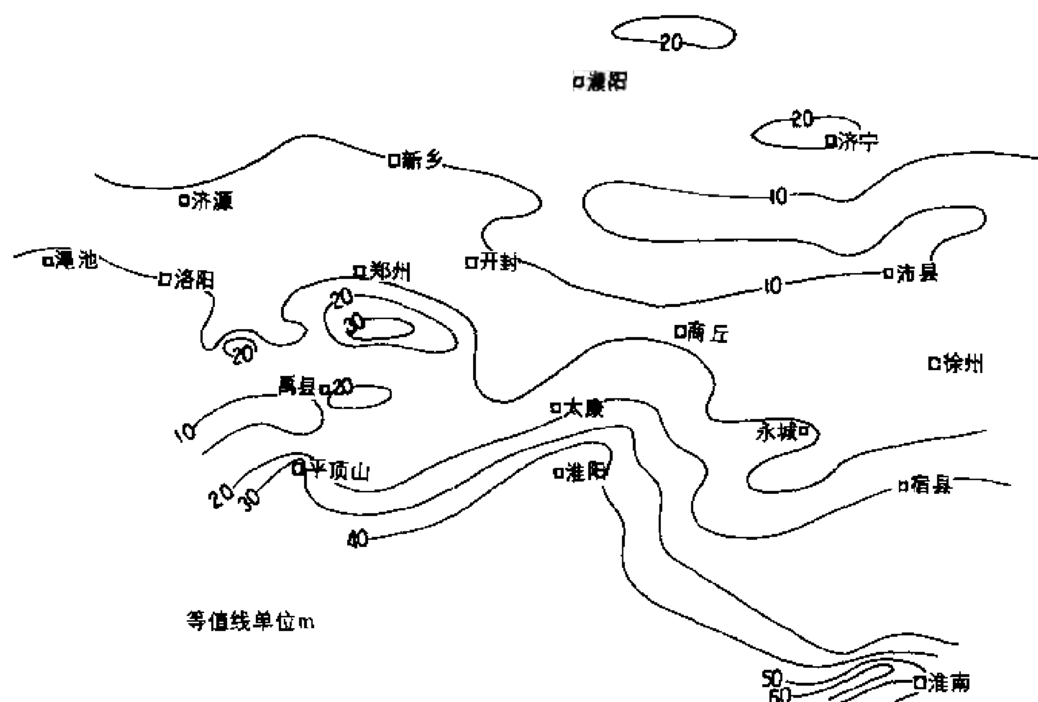


图6–5　石炭二叠系煤层等厚图

山西组厚度大于6米的煤层沿东西走向呈条带状分布，北带分布于鹤壁至内黄、濮阳一带；南带分布于豫西至鹿邑一带，此外淮南至阜阳一带也有一个厚煤条带分布。山西组煤形成海退后的广阔滨海平原的淡水森林沼泽中，煤以低灰、低硫为特征，镜质组约占75%，惰性组一般为20～25%，壳质组平均约为3～4%，亦为腐殖煤。

华北含可采煤层的石盒子组只发育在本区南部，大致在洛阳—郑州—徐州一线以南。含煤层数虽多达20～30层，但单层厚度一般不大，与太原组、山西组不同的是越向南，煤层发育越好。尤其下石盒子组含煤最丰富，在淮南总厚达30余米。至于上石盒子组较好的煤层只发育在淮南，向北迅速变薄，煤层厚度等值线皆沿东西方向分布，与海岸线平行。

下石盒子组的煤层形成于海退相序中，较厚的煤层发育在下三角洲平原分流河道之间的浅水分流间湾；上石盒子组煤层形成于海侵相序中，较好的煤层发育在海湾或分流间湾中有砂质沉积物充填变浅的部位，因此可根据煤层发育情况，反推其下有无砂体的存在。

石盒子组的煤总的来看含粘土质略多，镜质组略少，壳质组和丝质组相对也偏高，所以生气潜力不如太原组和山西组的煤。由于煤层和砂岩、泥岩频繁交替出现，故可能具有自生自储有利条件。

第三节　煤系地层沉积特征及岩相古地理

一、煤系地层沉积特征

通过平顶山、宜阳、鹤壁、永城、展沟集及覆盖区钻井资料的研究，归纳煤系的岩性岩相特征有以下几点：

1）岩性组合以碎屑岩为主，碳酸盐岩和煤一般占剖面厚度的20%左右。在碎屑岩中又以细碎屑岩（粉砂岩、泥岩）为主,占50～70%,碳酸盐岩全分布于下部石炭系。

2）砂岩的岩矿特征自下而上石英砂岩类减少，长石岩屑砂岩增多，矿物成熟度和结构成熟度也逐渐变低，平面上，自北而南砂岩分选、磨圆度渐好，成熟度变高，自生矿物与胶结物由以粘土、矿物、铁质、硅质为主过渡到以碳酸盐岩为主，南部砂岩中含海绿石，反映了近海型煤系的沉积特征。

3）南部煤系中山西组和石盒子组海相特征较明显，发育有十余层海相层，海相高盐度化石舌形贝在每个煤段均有发现；由普通海绵骨针组成的海绵岩和含普通海绵骨针的硅质岩在七煤段普遍发育。海相层南多北少，反映陆源区在北部，海盆在南部和南华北南部二叠纪海相、陆相相间沉积的特征。

4）本区石灰岩在鹤壁、宜阳庙沟、平顶山剖面中较薄，少于25米；豫东永城、两淮地区最厚达70～80米，有南厚北薄，东厚西薄的规律，其岩性多为泥晶生物碎屑灰岩、生物碎屑泥晶灰岩及部分亮晶灰岩，所含生物种属繁多，有䗴、腕足、海百合茎、珊瑚、藻类等代表浅水、低能、清澈海水环境的化石，水平及波状层理发育，说明是潮下低能环境的陆表海沉积。

5）三种环境下沉积的泥岩具有不同的特点：

海相泥岩：包括泻湖、海湾、潮坪和浅海相泥岩，其颜色以灰黑、黑色为主，含海相动物化石和遗迹化石，水平或块状层理发育、富含分散有机质。

三角洲泥岩：包括前三角洲和三角洲平原沉积的泥岩，前者以绿灰色为主含紫斑,后者以深灰一黑色为主，含大量炭化植物碎片。

陆相泥岩：是河流泛滥盆地中的泥质岩沉积，以杂色和紫红色为主，局部地区发育灰绿—浅灰色牛轭湖和淡水湖相泥岩。

由于石炭二叠纪总的由海退相序组成，由下而上浅色、紫红色泥岩增多，以八煤段红色或紫色泥岩最多，在以含煤段为单元的旋回中，一般中部以黑色为主，顶含紫斑，底为绿灰色，平面上泥岩南部色暗，北部色浅，以淮南、周口、平顶山地区暗色泥岩最发育。

6）砂体类型多，有曲流河道、三角洲、滨海三种成因类型。

曲流河道砂体：主要分布在北部的山西组和石盒子组中，以中、粗粒岩屑长石砂岩、长石岩屑砂岩为主，由边滩（又称点沙坝）侧向加积而成（图6–6），具向上变细的垂直层序，板状交错层理发育，砂体断面呈透镜状，发育于泛滥盆地沉积的泥岩、粉砂岩之中，平面上呈弯曲的带状，由北向南延展，与海岸线近于垂直。其特征在鹤壁剖面中较明显。

三角洲砂体：由分流河道、河口沙坝和远端坝组成复合砂体，主要分布于鹿邑、两淮、禹县等山西组和石盒子组中，砂岩以中粒长石岩屑砂岩和岩屑石英砂岩为主，剖面上具有向上变粗的垂直层序（图6–7）。

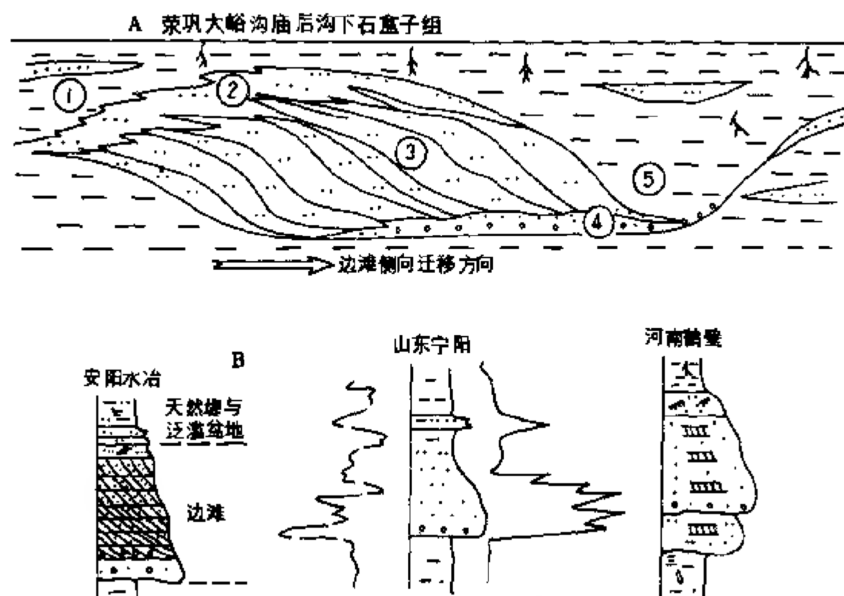


图 6-6 曲流河道环境示意剖面图

①泛滥沉积；②天然堤；③边滩砂体；④河道底部滞留沉积；⑤废弃河道充填

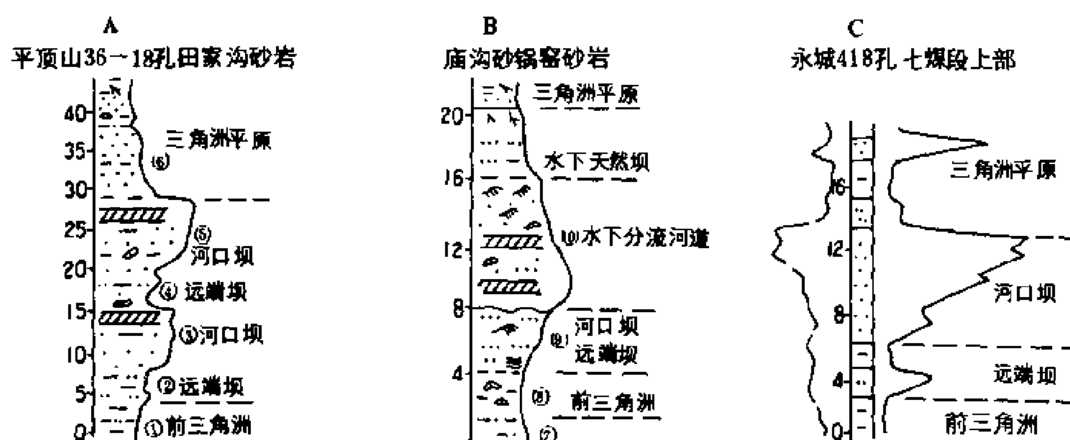


图 6-7 三角洲砂体典型剖面

①粉砂质泥岩，含叶碎片化石；②、④粉砂岩，夹细砂岩薄层；③、⑤中粒砂岩，含植物化石；⑥砂质泥岩，含菱铁矿及植物化石；⑦具水平层理的砂质泥岩；⑧块状泥岩，含化石；⑨粉、细砂岩互层；⑩粗、中粒砂岩，具交错层理

其中的河口沙坝砂岩分选好，较干净，三角洲砂体在断面上呈透镜状，分布于三角洲平原和前三角洲暗色泥岩之间，在平面上呈朵状或分枝状由北向南伸展，在断面上为扁平的透镜状或席状砂岩。根据三角洲砂体特征、岩相组合和垂直层序，本区主要以河流作用为主，受潮汐作用影响的三角洲类型。

滨海砂体：包括浪成的障壁—海滩沙坝砂体和潮成的潮汐水道砂体，前者由分选好、磨

圆度较高的细粒石英砂岩与岩屑石英砂岩组成，其垂直层序见图 6–8，砂体呈不连续的条带状，沿岸线分布；后者由分选中等、泥质含量较高的中、细粒砂岩组成，具双向交错层理等典型的潮汐沉积标志，砂体在断面上呈透镜状常切割其下石潮坪与潮下石灰岩（图 6–9），平面上呈条带状垂直岸线分布。两类砂体区别主要在于岩相组合和砂体特征不同。

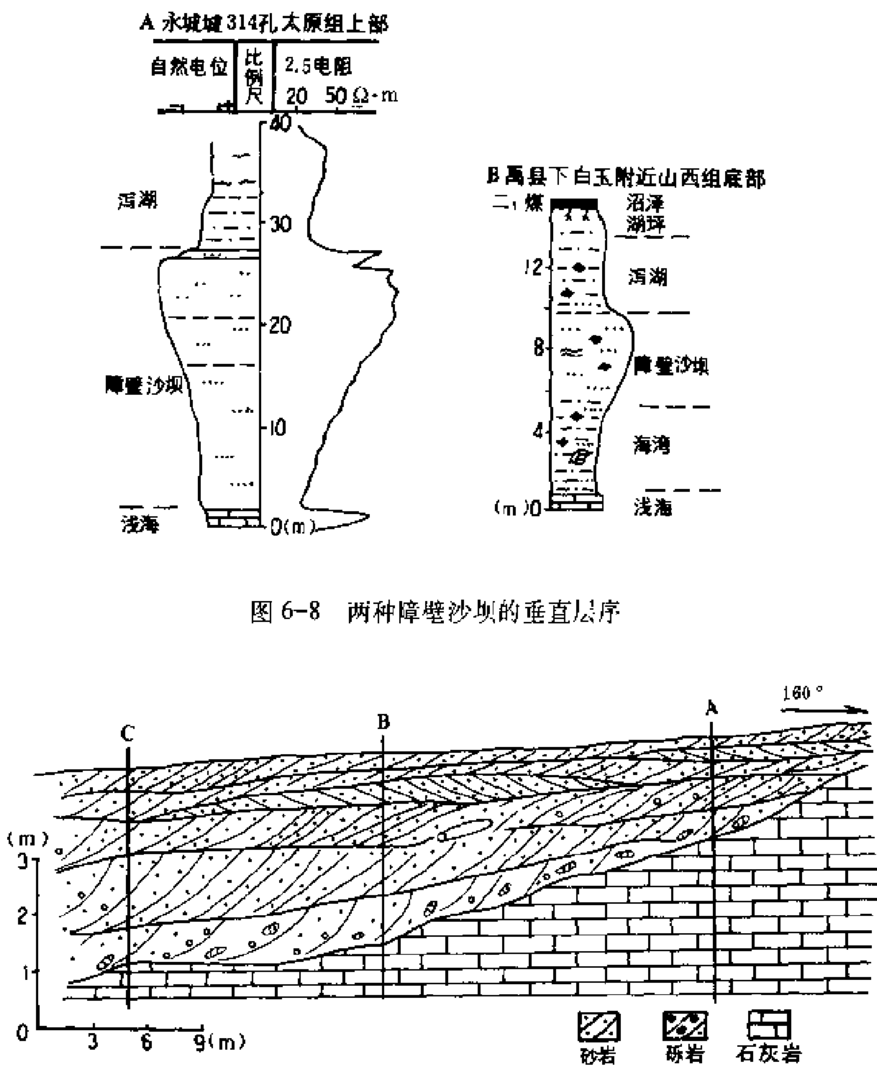


图 6–8 两种障壁沙坝的垂直层序

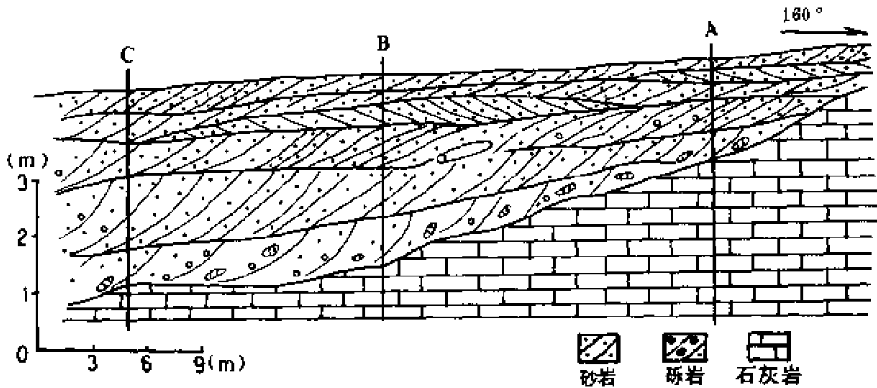


图 6–9 潮下潮汐水道实测剖面图（荥巩煤田新中煤矿附近）

根据不同砂体特征和分布、发育情况，有利的砂岩储集层在北部为河道砂体，中部为三角洲砂体，南部为三角洲、潮道和障壁—海滩砂体，其中三角洲砂体更为重要。

二、煤系地层沉积旋回结构

本区南部煤系剖面中，沉积旋回构造清楚，横向稳定，可以大面积对比。这是因为煤系为近海沉积，其岩性、岩相特征随海水进退的变化而变化，故划分沉积旋回不但便于横向对比，而且便于探讨区域海水进退、古地理变迁和预测岩性、岩相的变化趋势。

若按岩性和煤层的垂向组合来划分，本区南部之煤系可划分为八个岩性旋回，基本上一个煤段为一个旋回。为了便于区域对比和与沉积环境变化、生物地层相一致，可以按岩相组

合和区域海水进退将南部煤系划分为六个大的沉积旋回，即第一个旋回从太原组底到山西组七煤层顶部，反映本区晚石炭世一次最大的海水进退过程；第二旋回从山西组七煤层顶到小紫泥岩（山西组顶部）；第三旋回从小紫泥岩到下石盒子组四煤段中部的主要煤层顶界；第四旋回以四煤段中部到五煤段顶部。第二—第四这三个旋回分别记录了本区在总的海退过程中三角洲的三次活动；第五旋回为六、七两个煤段，代表了一次较大的三角洲从活动到废弃的发育过程，也反映了晚二叠世早期的一次海侵；八煤段为第六旋回代表了另一期三角洲的活动。

这种沉积旋回的划分不但与海平面升降、沉积环境演化一致，也与本区的植物化石组合带的划分一致，说明了植物群落的演化也是受古地理条件制约的。

但是在本区北部的鹤壁剖面上，沉积旋回不甚清楚，因为自山西组海退后，北部再未受海水影响，一直以河流沉积环境为主，因此只能在部分范围内进行河流多阶性旋回的划分。

三、各段煤系地层岩相古地理

1.太原组岩相古地理

根据太原组的各种厚度图、岩比图和岩石的环境标志而恢复的晚石炭世中期中部砂泥岩段（图 6–10）古地理图，大致可以代表海平面较低时期的古地理状况。本区北部为滨海平原区，西部沿岸地带有潮坪、潮道发育，陆源碎屑物主要由鲁西三角洲输入到海盆中，海岸线大致呈东西向展布，狭长的障壁沙坝、海滩沙坝或潮下潮汐砂体皆平行岸线分布，古水流测量资料也证实了这种北陆南海和古斜坡向南倾斜的古地理格局。陆表海在海平面较低时期仍几乎占据了整个南部范围，障壁岛后有比较闭塞的泻湖海湾分布。当海平面上升时，全区或大部被海水所覆盖，形成碳酸盐岩沉积。

太原组由碳酸盐岩、碎屑岩、煤交替组成，属于有障壁的陆表海碳酸盐岩—碎屑岩混合海岸的沉积。岩相带近东西向展布，与海岸线走向平行。海侵阶段陆源碎屑来源少，利于碳酸盐岩沉积，因此太原组含石灰岩可多达 11 层，但单层厚度一般不大，总厚可达 60 余米，各层之间夹碎屑岩和薄煤层。石灰岩累计最厚（50～80 米）分布在永城至郑州以南，由此向北、南，尤其向西，石灰岩厚度递减，西部边缘石灰岩厚度不足 8 米。

豫西的石灰岩含丰富的正常海生物化石，常见遗迹化石 Zoophycos 和硅质结构，为弱至中等动荡、温暖、较清澈的浅海沉积；豫东永城石灰岩中含硅质结核少，植物碎屑和有机质较多而腕足相对少，表明海水清澈、透光性好，距陆源区远；西部宜洛太原组石灰岩仅二层，其中有两层为泥灰岩，顶部厚层石灰岩被黑色硅质岩和硅质泥岩所代替，可能与坝后泻湖的形成环境有关。

2.山西组岩相古地理

山西组下段是一套海退海湾和充填海湾的潮坪、潮道沉积（图 6–11），与太原组对照，其古地理格局基本一致，但海岸线已明显南移，鲁西南和豫西的两大水系向南伸展形成了两个相连的河口湾，河口湾的侧翼为潮坪沉积。豫西潮坪分布很广，以砂泥混合坪沉积为主、向北泥质成分增多成泥坪，向南砂质增多。切割潮坪的潮道、潮沟在平顶山、登封暴雨山和荥阳新中煤矿最发育。永城、淮南一带二$_1$煤之下的潮坪沉积也很发育，以泥坪、混合坪为主，而二$_1$煤形成于晚石炭世海侵结束后向海退转化的阶段，泥炭层压实下沉后被半咸水沉积物所覆盖，豫西在该层位的黑色泥岩中陆续发现了古泥罗蛤和卵石蛤、舌形贝等，皆指示了半咸水海湾环境的存在。

图 6-10　晚石炭世古地理图

1—主要河流或分流河道；2—煤厚大于5米区；

3—煤厚5～3米区；4—煤厚小于3米区；5—障壁岛

图 6-11　山西组二^{1}煤组成煤前古地理图

1—主要河流或分流河道；2—煤厚大于6米区；3—沙丘

山西组上段自大占砂岩以上至石盒子组顶部，是一套注入海湾的河流三角洲体系的沉积。

3.石盒子组各煤段岩相古地理

二叠纪仍继承了石炭纪的古地理格局，陆源碎屑也主要来自盆地北缘的阴山隆起带，西部渑池、宜阳一带石盒子群厚500余米，细碎屑岩占70%以上，盆地沉降幅度较晚石炭世明显增大，说明二叠纪盆地向西继续扩展，与秦岭二叠纪海域连成一体（可能从晚石炭世已开始）。古斜坡仍向南倾，河流自北向南注入海湾，早二叠世全球性海退引起海平面的下降，使北部陆源剥蚀区与沉积盆地内的相对高差增大，河流下切，温湿的古气候条件造成了大量淡水携带泥砂注入于海湾之中，在海水淡化同时形成了厚达600～700米的三角洲沉积。

二叠纪石盒子组各煤段的岩相古地理图（图6-12和6-13）表明本区东、西和中部各有长期发育的水系自北向南伸入海湾，这些水系皆为源远流长的蜿曲河道，两侧分布着泛滥盆地。因此北部由于河流的侧向迁移发育大面积的冲积平原，向南是一片呈东西向分布的三角洲平原，以豫西三角洲和豫东—淮北三角洲为主，中部平原区三角洲左右摆动分别与前二者相连。在淮南一带，海退时以三角洲沉积为主，海浸时为海湾—泻湖与障壁岛沉积。

形成于海退岸进为主时期的二叠系不再有碳酸盐的生成环境，除个别情况下在上三角洲平原区有局部发育的淡水石灰岩（如大风口山西组上段的叠锥石灰岩）外，皆为碎屑岩沉积。

砂体分布特征：二叠纪本区绝大多数为河流、三角洲砂体，仅七段在本区中部和其它煤段有时在淮南有障壁岛或海滩砂体分布。

①河流砂体主要分布在鹤壁—焦作、郓城、宁阳—济宁、丰沛等几个南北向条带中，中部平原区也常有一水系纵贯南北。这些砂体皆属曲流带砂体，由河流侧向加积物组成，为弯曲的倾向砂体，随时间推移在空间上东西摆动，周围被泛滥盆地泥岩、粉砂岩、细砂岩和煤层所环绕。

②三角洲砂体主要分布在洛阳—新密—商丘—徐州一线以南，豫西三角洲横向分布广，并常与平原区太康—鹿邑三角洲相连结，东部豫东、两淮三角洲有时可伸展到淮南一带，有时则限于淮北地区，二者横向所联结成的三角洲平原横亘本区中部达500～600千米。岩相的不同组合可将三角洲平原划分为两部分：上三角洲平原，北与冲积平原相连，主要由分流河道、分流间泛滥盆地等陆相沉积物组成，不受潮汐影响；下三角洲平原由分流河道、分流间湾（包括决口扇）、三角洲前缘、河口坝、远端沙坝等沉积相交替组成，受潮汐作用明显。该区南部则由分流间湾逐渐过渡到海湾环境。

上述砂体反映了各时代砂体分布的总貌，但主砂体更能充分地反映沉积环境的格架。如大占砂岩和田家沟砂岩的砂体反映了三角洲的形态特征和分流河道、分流间湾的位置。另外平顶山、淮南三角洲砂岩中屡见双粘土层，证实了本区南部潮汐作用较强。因此，二叠纪的三角洲是属于以河流作用占优势并有潮汐作用影响而形成的，各三角洲旋回中常表现出建设期长、废弃期短的特点。

煤系垂向沉积断面中砂体的分布受海水进退和三角洲类型的影响。下石盒子组主要形成于海退阶段，三角洲建设速度快，表现了前三角洲泥很薄，河口坝往往变为前缘席状砂，分流河道下切作用明显和分流间湾不发育的浅水三角洲特点。上石盒子组六、七煤段处于海侵过程，发育的三角洲属半深水类型，分流间湾向陆地方向伸入，分流河道延伸较远，砂体横

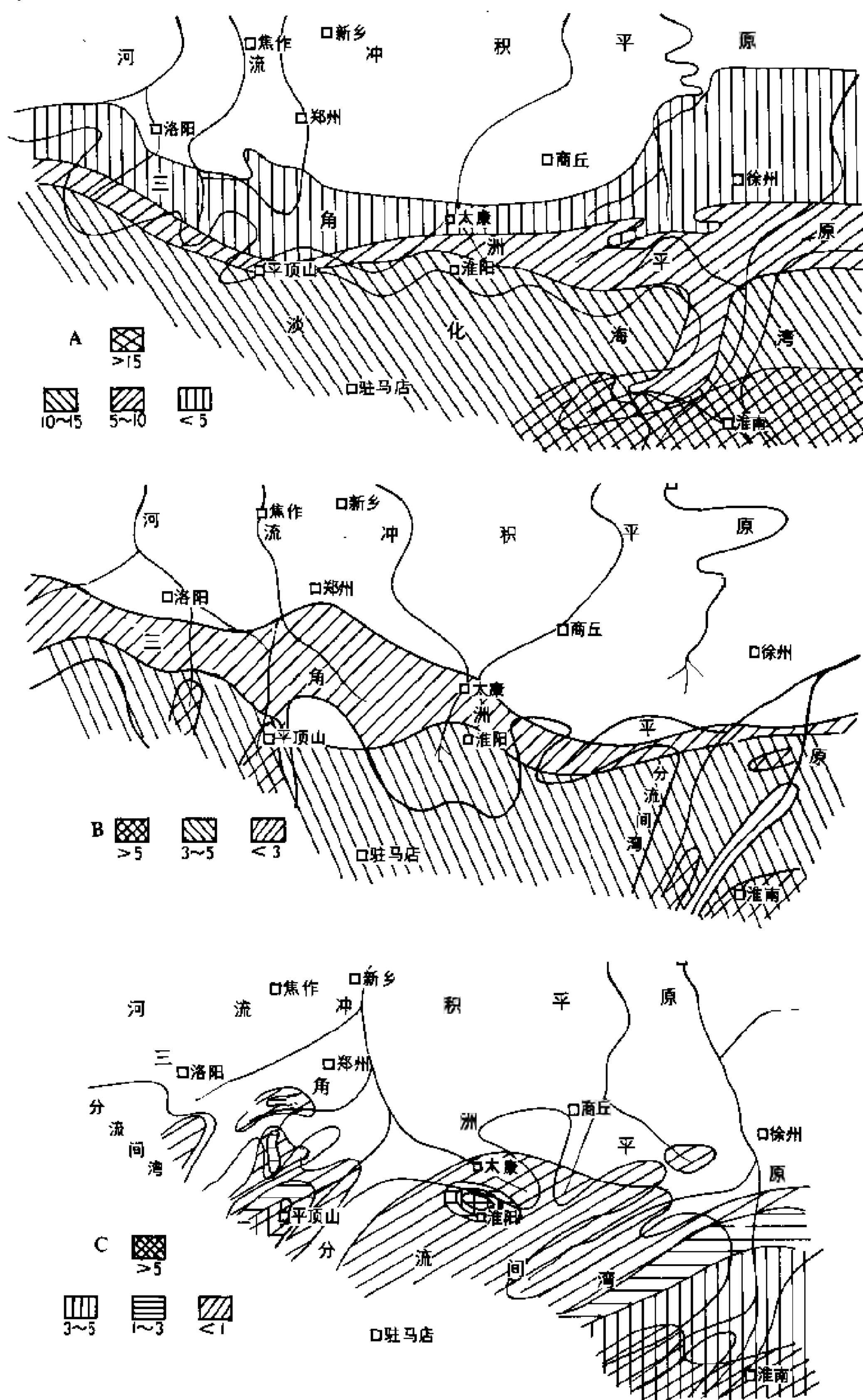


图 6-12　下石盒子组 3～5 煤段古地理和聚煤作用关系图

（图例数字为分布区的煤层厚度，m）

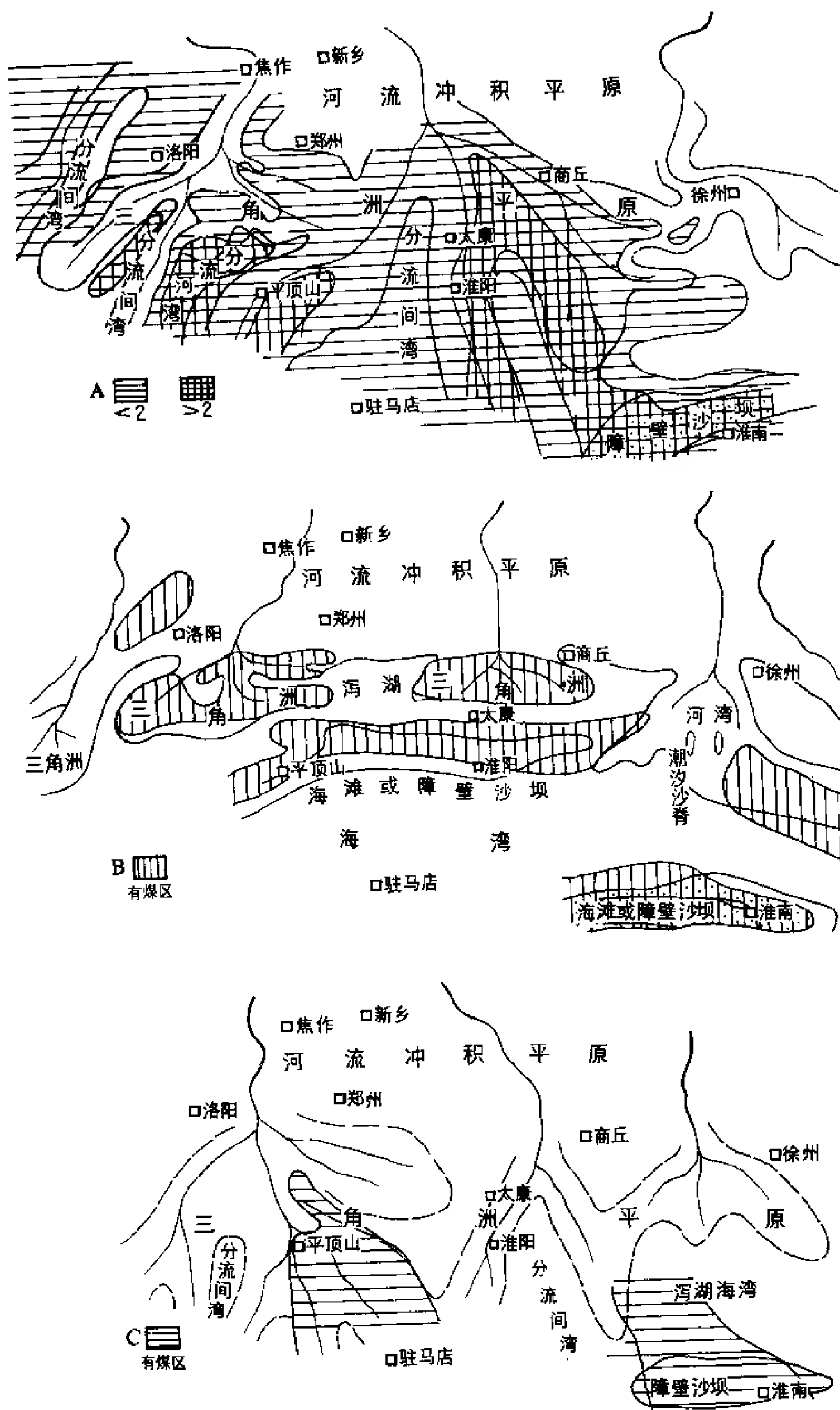


图 6-13　上石盒子组 6~8 煤段古地理和聚煤作用关系图

（图例数字为分布区的煤层厚度，m）

向连续性差，只七煤段海侵较大的时期在平原中部形成了走向砂体—障壁沙坝，断面上砂体呈席状分布，但厚度不大，八煤段三角洲砂体又向南延伸。因此，在垂向上下石盒子组砂体较上石盒子组更发育；在平面上中部平原区砂体不如豫西和淮北地区发育。

第四节　煤系地层地球化学特征及资源评价

一、煤系地层地球化学特征

煤成气是煤系或亚煤系地层中煤层与其中分散的腐植型有机质在成煤作用中所形成的天然气，煤和暗色泥岩是主要生气母岩，二者除有机质丰度差别较大外，其有机质类型、热演化、成烃机理都无本质上区别。现就煤系的有机质丰度、类型、热演化方面论述如下：

1.有机质丰度

本区拥有华北晚古生代聚煤盆地中厚度最大、含煤层数最多、聚煤量相当丰富的煤系地层，暗色泥岩和碳酸盐岩在剖面中所占比例也居华北地区的首位。据河南省煤田勘探公司1981年资料，河南省煤系埋深浅于2000米的分布面积为14981平方千米、预测煤储量达792.7亿吨。华北盆地南部煤系残存分布总面积有4.84万平方千米，根据前述煤层赋存规律，煤层厚的稳定系数采用50%，本区煤炭预测储量为5010亿吨，分区计算结果见表6−2。

区内暗色泥岩发育，有机碳大于0.4%的生气泥岩分布见图6−14，以周口坳陷的鹿邑和倪丘集及太康、中牟、济源厚度最大，为300～350米，暗色泥岩的总体积较大，体积1.28万立方千米，生气母岩发育，煤成气的物质基础是雄厚的。

反映在生油（气）指标上其丰度也较高，据2156块生油样品分析，煤的碳含量平均65.46～72.58%，氯仿沥青“A”为0.0219～0.663%，最高为1.596%，总烃含量平均100.5～2418ppm，最高可达14226ppm，生油潜量（S_1+S_2）为7.04～89.2毫克烃／克有机碳；暗色泥岩的有机碳含量一般为0.4～2.5%，最高达4～15%，氯仿沥青“A”为0.01～0.105%，总烃含量为57～173ppm，生油潜量0.5～4.21毫克烃／克有机碳（表6−3），因此煤和暗色泥岩的有机质含量均较丰富，相比之下，前者比后者的丰度高10～100倍，煤是煤系中最主要的生气母岩。

暗色泥岩中，灰—灰黑色泥岩有机碳平均为0.55～2.11%（528块样品），氯仿沥青“A”含量为0.0146～0.0304%（205块样品），如以有机碳“C”>0.4%为生气岩低限指标，则均属生油母岩。而灰绿色、部分浅灰色和花斑状泥岩有机碳平均含量仅0.25%，氯仿沥青“A”含量为0.0059%，为非生气岩，本区生气泥岩厚度一般可占暗色泥岩总厚的70～80%。

2.有机质类型

本区煤和暗色泥岩的干酪根类型大同小异，除以腐殖型干酪根为主外，泥岩中尚见少量混合型干酪根。

据177口浅井煤岩组分分析，区内煤种均属腐植煤，其镜质组和半镜质组含量为60～98.5%，占绝对优势，惰性组分3～32.62%，壳质组仅1.36～6.28%，因镜质组分是高等植物的根、茎、叶经凝胶化作用转化而成，其化学组成以芳烃结构为主，故具有典型腐殖型干酪根的特征。在中、新生界覆盖区，探井资料反映煤岩显微组分与上述相同（表6−4），说明全区煤的有机质类型一致。

如上所述，区内暗色泥岩有海相、三角洲相和陆相三种成因类型，影响其生物种类比成

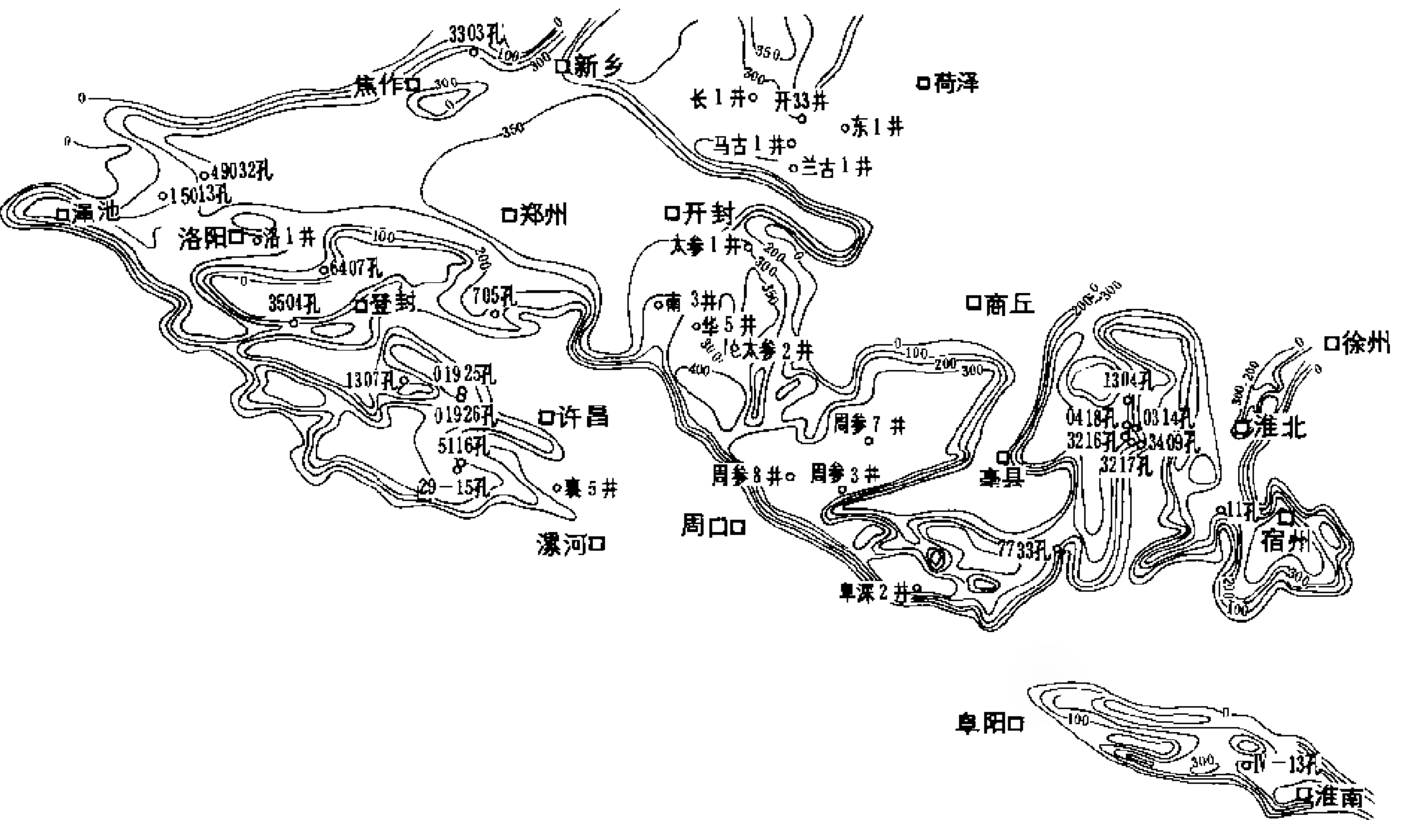


图6-14 华北盆地南部煤系地层气源岩等厚图（等厚线单位 m）

表6-2 煤储量预测表[*]

项目／内容／地区	0~400 m分布区 煤厚 (m)	面积 (km²)	400~800 m分布区 煤厚 (m)	面积 (km²)	800 m分布区 煤厚 (m)	面积 (km²)	储量 (10^8t) / 面积 (km²)
睢邑—涉蚵口	9	710	15	910	15	4332.5	1275 / 5952.5
倪丘集	9	405	15	940	15	1345	569 / 2690
太康	2	607.5	5	1375	5	4525	461 / 6507.5
中牟	2	257.5	4	555	4	4492.5	311 / 5305
济源					5	2810	210 / 2800
洛阳					5	2610	196 / 2610
临汝	3	390	5	242.5	5	1067.5	107 / 1700
淮南	5	962.5	15	1382.5	20	962.5	672 / 3307.5
豫东浅埋区	3	2590	1.5	3692.5	5	2927.5	585 / 9210
豫西浅埋区			5	8317.5			624 / 8317.5
合计							5010 / 18100

[*] 煤的密度均用15亿吨／立方千米，煤层稳定系数均为50%。

煤生物复杂得多，有机质的组成也有所不同。

表 6-3 石炭、二叠系暗色泥岩有机质丰度数据表

地区	煤段 项目	六～八	四～五	三	二	一	最高值
新安、焦作	C%	0.25	1.25	0.49	1.56	1.34	0.98～13.81
	"A"%	0.0038	0.0192	0.0058	0.0121	0.0107	0.01～0.08
	总烃 ppm	17	73	25	57	33	102～320
	S_1+S_2mg/g	0.08	0.38	0.13	0.33	0.21	1.22～5.06
东濮	C%	0.28	0.18	0.28	1.79	2.39	9.62
	"A"%	0.0223	0.0245	0.0155	0.0388	0.0354	0.196
	总烃 ppm	98	76	87	125	145	421～544
	S_1+S_2mg/g	0.2	0.28		0.41	0.64	9.35
禹县、平顶山	C%	1.52	1.13	1.66	1.58	2.11	5.88～15.34
	"A"%	0.025	0.01	0.0577	0.037	0.0379	0.117～0.246
	总烃 pmm	125	147	137	92	134	485
	S_1+S_2mg/g	2.21	1.07	1.09	0.65	0.77	25.56
鹿邑	C%	0.55	1.86	1.91	1.24	3.85	3.61～9.01
	"A"%	0.008	0.0011	0.0139	0.0111	0.015	0.0294
	总烃 ppm	32	39	107	142	119	192～230
	S_1+S_2mg/g	0.09	0.78	0.62	0.29	0.38	2.29
淮南、淮北、永城	C%	0.98	0.65	0.72	2.19	2.55	4.6～6.68
	"A"%	0.0116	0.105	0.0561	0.0494	0.086	0.195
	总烃 ppm	173	85	133		173	400～871
	S_1+S_2mg/g	0.32	0.16	0.21	1.31	4.12	6.59～10.66

泥岩干酪根镜鉴表明，其有机质类型可分腐殖型和混合型两种。混合型干酪根的无定形组分高达53～73%，结构镜质组为30～45%，角质组平均6～9%，惰性组为5～7%；腐殖型干酪根结构镜质组为60～70%，角质组为8～10%，惰性组为5～10%,无定形组分一般小于40%，除三煤段混合型较明显外，其它煤段均为腐殖型。

从元素分析可见，本区泥岩干酪根有氢低、氧高、氢碳原子比较低的特点，氢元素平均含量为2.76%，氧含量为6.63%，氢原子比平均为0.46～0.92，氧碳原子比平均为0.06～

0.21，类型图上一半以上数据点在Ⅲ型区内（图 6-15），说明以腐殖型干酪根为主。

表 6-4　煤岩显微组分数据表

组分 / 地层 / 地区	镜质组、半镜质组			惰性组			壳质组		
	C_3	P_1^1	$P_1^2-P_2^1$	C_3	P_1^1	$P_1^2-P_2^1$	C_3	P_1^1	$P_1^2-P_2^1$
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
河南浅埋区	79～97 / 85	64.09～98.51 / 82.02	60～80	3～21 / 12	22.17～32.62 / 25.45	6～33 / 25	少许	1.36～6.28 / 3.53	＞5
河南覆盖区	70～90			4～30			微量		
安徽两淮地区	66.5～98.2			12.5～38.1			5.82～11.62		

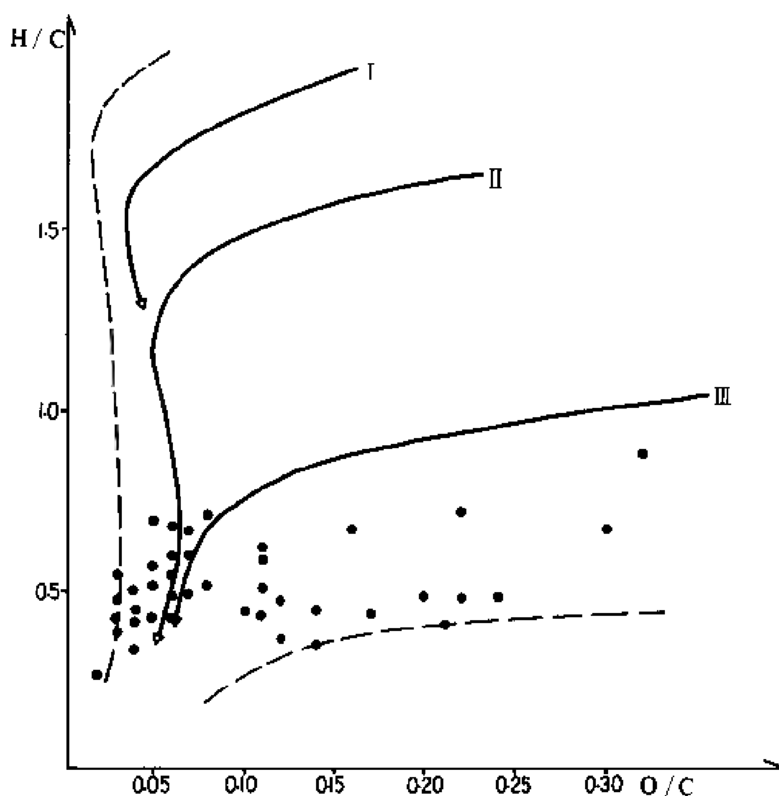


图 6-15　华北盆地南部石炭二叠系干酪根元素分布图

另外据 32 块干酪根碳同位素测定，其 δ_{13}c PDB 的值一般为−22.11～−25.03‰，石炭系和六～八含煤段个别样品较轻为 −28.07～−27‰，反映其有机质来源主要与陆生植物有关。大量热解色谱的氢、氧指数资料也同样反映了本区有机质的组成是以腐植殖型干酪根为主的特征（图 6-16）。

3.有机质的演化与烃类的组成

晚古生代煤系经过漫长而复杂的煤化过程，有机质的成熟度普遍较高，根据 245 个煤和泥岩干酪根镜质体反射率资料，区内镜质体反射率值最低为 0.65 %，最高达 7～8%，绝大

多数地区 Ro 在 1~2%以上，最高热解温度为 435℃~600℃，饱粉颜色呈棕—黑色，热变指数在 3.3~5.0 之间，奇偶优势指标（OEP）为 0.95~1.29。上述指标有较好的一致性，说明煤系有机质的成熟度达到了生油的成熟和过成熟阶段（表 6-5）。

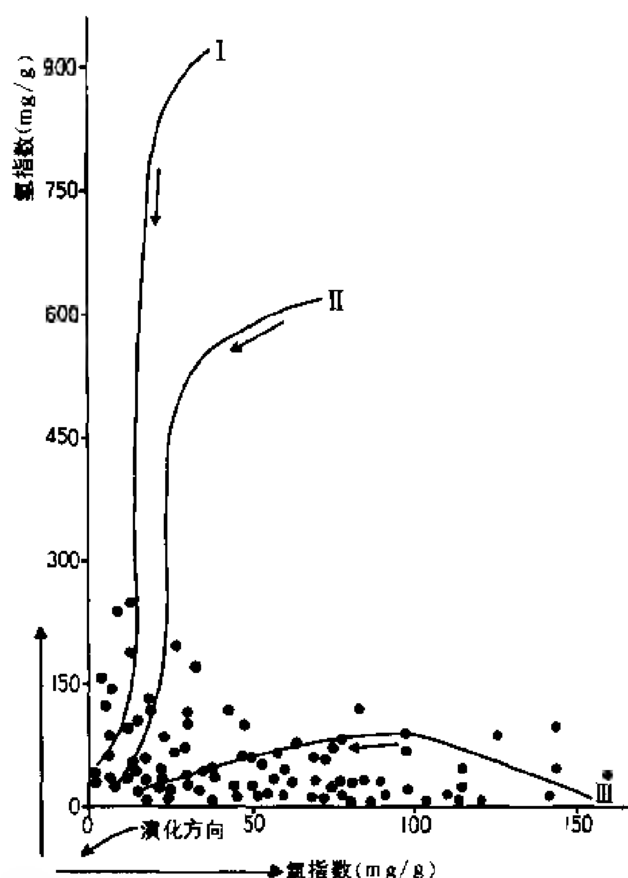


图 6-16　华北盆地南部石炭二叠系暗色泥岩氢指数及氧指数划分有机质类型图

表 6-5　煤系有机质成熟度数据表

项目＼地区	新安	济源—鹤壁	禹县—密县	平顶山—襄城	太康	鹿邑	倪丘集	淮北—永夏	淮南	样品块数
R_o%	2.17	4.40~6.03	0.85~1.88	0.84~1.73	2.12~8	1.14~2.8	>0.89	0.89~1.83	0.65~1.23	159
Tmax(℃)	440~550	466~552	472~504	456~480	465~592	482~599		441~600	435~533	620
孢粉颜色	桔黄—棕黄	棕黑	浅棕—深棕	浅棕—黑色	棕黑—黑色			浅棕—棕黑		76
热变指数	3.3~4.7	4.41~4.7	3.5~4.5	3.7~5.0	4.7			3.5~4.2		
OEP	1.04~1.29		1.01	1.06~1.13	1.08	0.95~1.13			1.02~1.18	63
成熟度	过成熟	过成熟	过成熟	成熟—过成熟	过成熟	过成熟	成熟	成熟—过成熟	成熟	

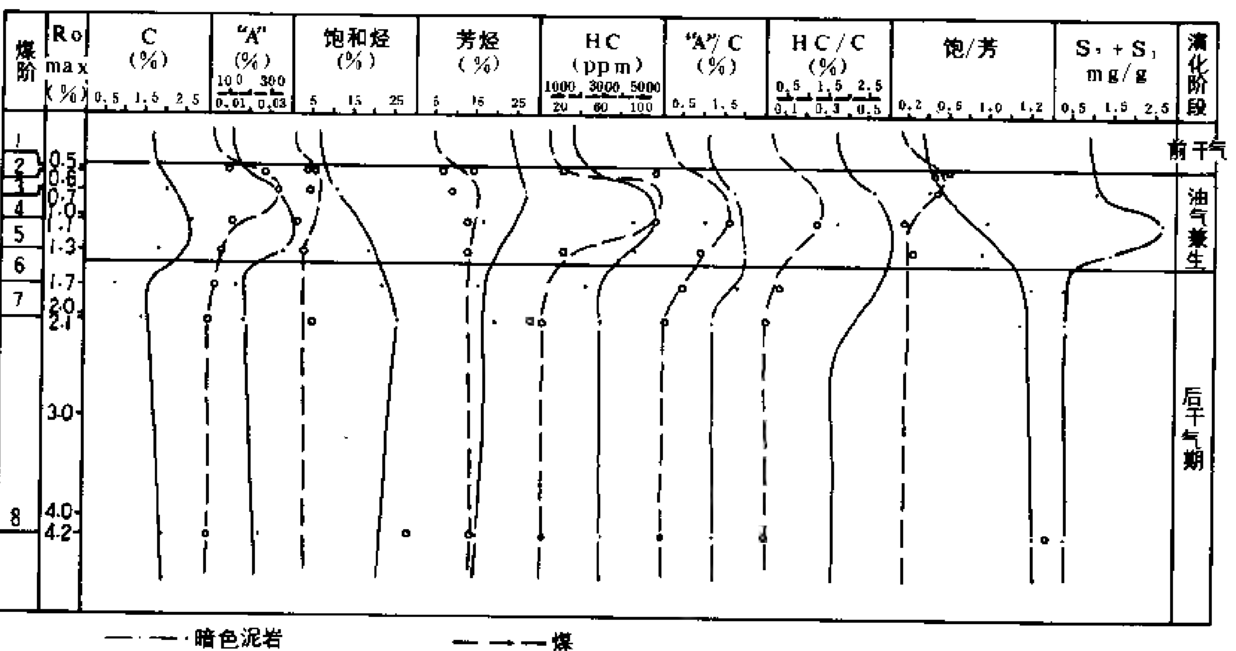


图 6-17 煤与暗色泥岩有机质演化特征图

1—褐煤；2—长焰煤；3—气煤；4—肥煤；5—焦煤；6—瘦煤；7—贫煤；8—无烟煤

但是煤成气的生成过程与一般干酪根降解成油不同，煤的热模拟试验表明成气量与煤化阶段成正比，煤化程度高生气量大。本区煤化程度已达肥煤阶段以上（$R_o > 1\%$），进入了成气高峰阶段。

不同煤化阶段烃类的组成和生气量大小有明显的差异，根据 20 块煤样和 129 块泥岩样品的可溶有机质含量和组成，随煤化程度升高呈规律性变化（图 6–17），同时煤与暗色泥岩热模拟生气特点，表明煤系有机质演化主要分三个阶段。

(1) 泥炭—长焰煤阶段（$Ro < 0.5\%$）　煤系中腐殖型有机质在煤化作用初期，一部分被细菌分解，形成生物甲烷气和醇类，卟啉类等结构单元，另一部分则组成了干酪根。根据地质矿产部华北石油局地质大队化验室研究成果，煤系可溶有机质含量较高，在煤的氯仿抽提物中，氯仿沥青“A”含量为 0.918～3.174%，总烃 684～5628ppm，转化指数低，“A”／C 为 1.21～3.78%，总烃／C 为 0.09～0.67%，以生甲烷气为特点，称为前干气期。

(2) 气煤—焦煤阶段（Ro 为 0.5～1.4%）　该阶段煤和暗色泥岩的氯仿抽提物和总烃含量都出现了最高值，煤的氯仿沥青"A"为 0.7214～3.3931%，总烃为 1263～5764ppm；暗色泥岩的氯仿沥青“A"和总烃含量则分别为 0.0271～0.0369%和 92～110ppm。二者的生油量（S_1+S_2）和烃转化率也居诸煤阶之首位，煤的“A”／C 为 0.975～1.59，暗色泥岩为 1.76～2.01，煤的总烃／有机碳为 0.17～1.25,暗色泥岩为 0.35～0.53，其中以肥煤阶段的比值最高，生油潜量（S_1+S_2）的变化也具些特点。这说明该变质阶段煤系有机质已经成熟，是大量裂解成烃的阶段。肥煤阶段是有机质的充分成熟期，煤和暗色泥岩的有机质演化规律相比较，前者比后者的上述特点更明显。

另外，从二者可溶有机质的族组分可见，长焰煤具有非烃加沥青质高于饱和烃加芳香烃的特点，含量比值约 4：1，而芳烃为饱和烃的 2 倍，前者为 14.18%，后者为 6.36%，相反，饱芳比为 0.45。虽然上述特点在气煤—焦煤变质阶段依然存在，但各组分的比例略有变化，非烃加沥青质和芳烃含量减少，饱和烃含量有所增加的趋势，说明了该阶段烃类的组成变化不大。

在煤和暗色泥岩的芳烃红外光谱特征上（图 6–18），与脂肪族链烃有关的 $2920cm^{-1}$、$2860cm^{-1}$、$1460cm^{-1}$ 和 $1380cm^{-1}$ 和与芳核有关的 $3030cm^{-1}$、$1600cm^{-1}$、860～$740cm^{-1}$ 都有较强的吸收，以脂肪族链烃相对富集为特点，说明该阶段烃的裂解作用尚不强烈。

根据煤热模拟实验资料，该阶段出现了一个生气高峰，每吨焦煤的总生气量可达 65～146 立方米，约占单位体积褐煤总生气量的 1／3，同时还产出少量液态烃，简称“油气兼生阶段”。

气煤—焦煤变质阶段是煤成气的一个重要生成阶段，不但有大量天然气产出，尚生成部分重烃，在找气同时可兼探油，但必须结合气的保存条件进行评价。

(3) 瘦煤—无烟煤阶段（R_o 为 1.4～4.2%）　该变质阶段的烃类的生成与组成有别于上述阶段。自焦煤阶段后，煤的氯仿沥青“A"和总烃含量急剧减少，氯仿沥青“A"由 0.7214%降至 0.3596%再降至 0.054%，总烃也降到了 248.5ppm，生油潜量只有 0.3～0.42 毫克烃／克有机碳，煤的氯仿沥青“A”／有机碳和总烃／有机碳也分别由 1.59 降至 0.0854 和由 1.25 降到了 0.054，这可能预示着焦煤之后随煤变质程度的增高，煤的可溶性有机质含量迅速减少，热降解作用已经基本完成。泥岩烃类的族组成也有所变化，主要是饱和烃含量明显增高，由肥煤的 16.68%上升到贫煤的 26.3%；非烃加沥青质含量降低到 50%左右。煤的可溶有机质族组成变化规律与泥岩一致，表明烃的分子结构随演化程度提高而趋于稳定。

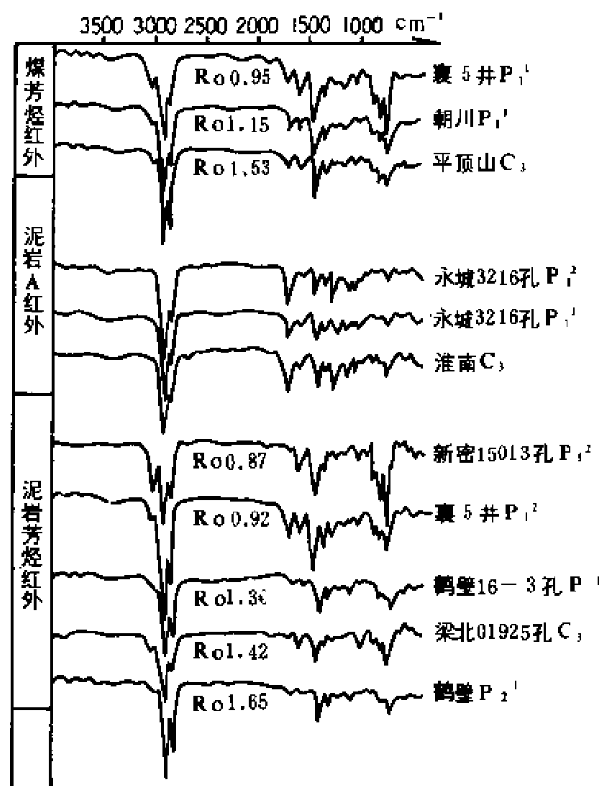


图 6-18 煤和暗色泥岩氯仿沥青"A"与芳烃红外光谱图

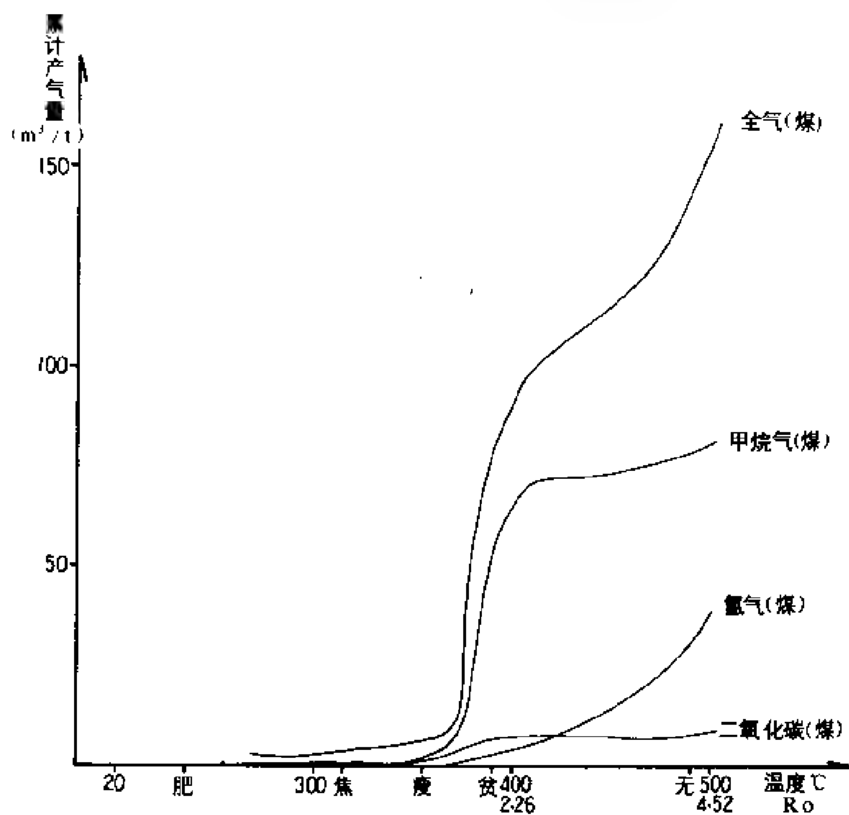


图 6-19 淮南谢1矿气煤热模拟产气率曲线

在芳烃红外谱图上，与脂肪族链烃有关的吸收峰明显减弱，与芳核有关的吸收峰有逐渐增强的趋势，所有这些现象，都表明该变质阶段有机质已达到过成熟阶段，一方面早期已生成的长键烃裂解，脂键大量脱落，稠环芳烃进一步缩合生成甲烷气；另一方面，随煤化作用的增强，煤分子结构改变也生成了大量甲烷气，可能为成气量最大的阶段。

根据本区淮南谢1矿气煤（R_o为0.87%）热模拟实验结果，加温至500℃，煤变质程度达无烟煤阶段（R_o为4.45%）时，总生气量仍达160.3立方米，（图6-19），说明煤在气煤至更高变质阶段仍可生成大量天然气，至少占煤化过程的总生气量的一半以上。该阶段以生成甲烷气为特点，称为后干气阶段。

综上所述，煤的热演化特征有其独特之处，随着成熟度增加，各阶段"成油"与"成气"条件不同，对其差异性在评价资源量时应予以注意。

二、储、盖条件分析

由于上古生界石炭、二叠系经历的地质时期长，经过了印支、燕山、喜山运动的强烈改造，因此，对本层位的储、盖条件仅作了初步分析研究，并进行评价。

1.储集条件

石炭、二叠系的砂岩和石灰岩储集层发育，沉积的曲流河道、三角洲、潮汐、潮道、障壁-海滩沙坝等砂岩体总厚达161～404米，占地层总厚的20～40%以上，石灰岩总厚也达40～80米，现有资料表明古生界存在砂岩孔隙、裂隙、石灰岩裂隙和溶蚀孔洞三种类型的储集层空间。

（1）砂岩孔隙　包括原生孔隙和次生孔隙，但以次生孔隙为主。甚至在变质程度较低的地区常见次生孔隙，如梁北地区Ro为0.85～1.88%，在39块铸体薄片中有17块见次生孔隙，占43.5%。孔隙较发育的平顶山砂岩，次生孔隙的面孔率为5%，孔径一般为0.1～0.3毫米，大者为0.6毫米，形态呈不规则的细长孔。上石盒子组见次生孔隙的样品占总块的59%，孔隙类型多，有粒内溶孔、交代物溶蚀孔、破碎孔等，面孔率为2～6%，孔径为0.1～0.3毫米，次生孔隙较发育。

这些孔隙是成岩后生作用不十分强烈，在中成岩期的成熟阶段中，经碳酸盐化、长石的水云母化、高岭石化作用及长石、石英颗粒的破碎作用形成的。后者形成微裂隙易使孔隙连通。上石盒子组和平顶山砂岩次生孔隙较下伏地层发育，大部为长石和碳酸盐含量高的砂岩，容易产生次生孔隙，但总的情况是有效孔隙值较低。

现有资料表明，本区石炭、二叠系砂岩孔隙发育程度与以下因素有关：

1）砂体性质影响孔隙的发育，河道砂较三角洲砂体孔隙发育。如禹县梁北01926孔六煤底田家沟砂岩为灰白色中粒砂岩，部分夹粗粒砂岩，属河口坝砂体，分选好，本井16块物性样品中孔隙度最高，为7.08%，大占砂岩属三角洲叶状砂体,孔隙仅2.56%,又如鹤壁16-3孔，石盒子组变质程度为肥瘦煤，砂体沉积多与曲流河道有关，20块样品平均孔隙度5.27%，周参7井为肥—贫煤阶段，均属三角洲砂体，23块样品平均孔隙度1.39%，最高也仅2.79%，上述砂岩物性变化，除成岩后生作用影响外，砂体性质也是影响孔隙发育的原因之一。

2）成岩后生作用是影响砂岩物性的重要因素。据禹县梁北和周参7井39块铸体薄片和电镜资料，见碎屑颗粒压实、破碎现象，溶蚀、蚀变现象，矿物交代和重结晶、碳酸盐溶蚀、自生矿物析出等成岩后生变化。煤系变质程度较低时（Ro>1%），长石、石英和碳酸盐溶蚀、蚀变及颗粒破碎作用有利于形成生次孔隙；变质程度较高（Ro>1），压实作用更

强烈，萤石、沸石、铁方解石等矿物析出，堵塞了部分孔洞，原生孔隙也因强烈压实作用而不复存在，使物性变差。

3）砂岩长石含量高，并处中低变质阶段时次生孔隙发育，这是长石易形成溶蚀孔造成的。如前所述，煤系垂向上自下而上，长石砂岩、长石岩屑砂岩逐渐增多，岩石物性随层位增高变好。据21口井317块物性样品分析数据的统计结果证实上述规律是存在的，如周口坳陷鹿邑的周参7井，下部山西组砂岩孔隙平均为0.6%，上部石盒子组为1.6%。

另外，石炭、二叠系砂岩平均孔隙度仅1.607%，渗透率一般小于0.001平方微米，按成都地质学院提出的储集层划分标准，属中容积储集层的有100块（ϕ平均5～10%），占31.5%，有微弱渗透性的砂岩仅33块（渗透率0.01～0.1×10^{-3}平方微米）占10.4%，物性普遍差，因油和天然气对储集层要求不尽一致，储油较差的砂岩仍有一定储气能力，象美国洛杉矶的有些山前盆地，含气砂岩孔隙度为8～10%，如胡安盆地梅萨费德气藏砂岩孔隙度为3～10%，渗透率仅0.3～1.5×10^{-3}平方微米，单井日产气数千至60多万立方米，加之压裂技术的提高，人工可改善储层性质，因此，区内石炭、二叠系砂岩仍有一定的储气能力。

(2) 砂岩裂隙　除因砂岩颗粒压实破碎产生的微裂隙外，构造裂隙也较发育，虽然裂隙成因有时难以辨别，但煤田抽水试验表明存在该类型储集空间。如永夏煤田薛湖探区抽水试验：三煤段顶板砂岩为裂隙性承压水层，单位涌水量为0.034米^3／日·米，城郊矿区0309孔二$_2$煤顶板砂岩同属裂隙性含水层，涌水量为288米^3／日·米，河南暴雨山、偃龙等矿区也有类似现象。砂岩裂隙含水常是煤矿矿井充水、钻井发生井漏的重要原因，如淮北煤田下石盒子组煤层顶板砂岩曾发生突水事故，最大涌水量达220～367米^3／时；华5井平顶山砂岩漏失泥浆1046立方米也与裂隙有关。所有这些情况至少说明砂岩裂隙作为储集层在本区是存在的，据现有资料，田家沟砂岩、平顶山砂岩和下石盒子组、山西组底部砂岩的裂隙比较发育，应是本区重要的储集层之一。

(3) 石灰岩裂隙和孔洞。石炭系石灰岩主要为生物碎屑灰岩、生物亮晶灰岩，碎屑颗粒大小悬殊，以砂屑为主占60～70%，碎屑和粉屑占30～40%，在一般情况下晶间孔隙应是发育的。在禹县梁北矿区电镜扫描照片上，曾见因压实—溶蚀作用形成的溶解缝和表层淋滤作用形成的溶蚀孔洞，和溶蚀孔洞被构造裂隙穿插、沟通的现象，说明石灰岩孔洞是存在的，石灰岩裂隙、溶蚀孔洞、晶间孔隙是本区重要的储气空间。

考虑成岩后生作用的影响，煤系曾深埋（火成岩热液变质除外），压实作用强烈，孔隙的大小、结构被改造，储油物性变差。因此，比较上述三种储集类型我们认为以石灰岩的裂隙、溶蚀孔洞和砂岩裂隙性储集层相对较好，砂岩孔隙性储集层次之。

2.盖层条件

本区石炭、二叠系以泥岩为盖层。根据平顶山5116孔和周参7井泥岩压汞试验资料，不同层位纯泥岩的气体绝对渗透率为0.001～0.009×10^{-3}平方微米，总孔隙度为0.18～0.66%，含粉砂质泥岩绝对渗透率为0.01～0.43×10^{-3}平方微米，总孔隙度为0.44～1.46%，按阿·阿·哈宁和亚·阿·皮利普提出的标准纯泥岩对气有中—下等遮挡能力，含砂泥岩具低遮挡能力（表6-6）。

从煤系沉积特征和统计资料，本区六～七煤段、二～四煤段泥质岩最发育，单层厚度也大，如周参7井四～七煤段泥岩单层厚度>10米的有7层113.5米，平顶山29—15孔有8层130.5米，故按泥岩发育程度盖层条件较好。尤其七煤段泥岩为海侵时期的沉积，其质

纯、层厚、分布稳定而广泛的特点，是煤系中区域性的盖层。

另外，石千峰组和三叠系也可为煤成气盖层。石千峰组上段泥质岩发育，总厚 96～171 米，据周参 8 井统计单层大于 10 米的泥岩有 5 层 62 米；中下三叠统二马营组为砂泥岩互层，单层厚度也较大，周参 8 井大于 10 米的泥岩有 9 层 83 米，对于印支—燕山期为主要成气期的凹陷，三叠系盖层显得更为重要。

表 6–6　泥岩孔、渗数据表

井号	5116 孔		周参 7 井								
井深（m）	1127.9	1155.9	1516.9	1860.14	2061.58	2134.09	2139.5	2150.8	2156.3	2164.9	2201.03
岩性	泥岩	含粉砂泥岩	泥岩	含粉砂泥岩	含粉砂泥岩	泥岩	泥岩	含粉砂泥岩	泥岩	含粉砂泥岩	泥岩
Φ总%	1.46	0.044	0.18	0.58	0.48	0.66	0.42	0.24	0.3	0.44	0.3
k $\mu m^2 \times 10^{-3}$	0.008	0.19	0.001	<0.01	0.01	0.008	0.008	0.43	0.009	0.01	0.005

<table>
<tr><td rowspan="4">评价标准</td><td rowspan="4">气体绝对渗透率</td><td rowspan="2">阿·阿·哈宁</td><td>很高</td><td>高</td><td>中等</td><td colspan="2">下等</td><td>低</td><td>无</td></tr>
<tr><td>$\leqslant 10^{-6}$</td><td>10^{-5}</td><td>10^{-4}</td><td colspan="2">10^{-3}</td><td>10^{-2}</td><td>10^{-1}</td></tr>
<tr><td rowspan="2">亚·阿·皮利普</td><td colspan="2">高</td><td colspan="2">中</td><td colspan="3">低</td></tr>
<tr><td colspan="2">$<10^{-5}$</td><td colspan="2">$10^{-5}\sim10^{-3}$</td><td colspan="3">$>10^{-3}$</td></tr>
</table>

三、生、储、盖组合特征

上古生界本层按生、储、盖配置关系，可分成两套自生自储式的组合。

*1.*下组合

以第一、二、三含煤段为生气层段，其内砂岩、石灰岩为储集层，四煤段盖层组成的生、储、盖组合。

一～三煤段本区南北都赋存可采煤层，煤层分布广、厚度大，一般厚为 1.56～31 米，是煤层最发育的层段。其三角洲相或与海相沉积的暗色泥岩为深灰—灰黑色，有机质丰富，平均有机碳含量为 1.21～2.55%，高者达 3.98～15.31%，氯仿沥青“A”含量为 0.01～0.086%，总烃含量为 107～173ppm，是生油气条件较好的层段（图 6–20）。

砂体类型多，豫西、鲁西和豫中三大水系自北而注入海湾，在禹县—鹿邑—淮北一带形成了相互联结的三角洲砂岩体，向南发育有障壁砂、滩砂、潮渠、潮道等高能砂体，砂岩分选、磨圆度好，总厚达 77～180.5 米。石炭系石灰岩厚 40～80 米，它们都可作为储集层。

四煤段以上泥质岩盖层累计厚度达 163～573 米，尤以四、七煤段泥岩质纯、层厚，为两套区域性盖层。而且，残厚大于 400 米的地区该组合保存完好，面积 4.2 万平方千米，是区内较好的自生自储式组合。

2.上组合

以四～六煤段为生气层，七煤段～石千峰上段为盖层，其内砂岩为储集层。

该组合南部含煤，北部不含煤，以鹿邑、淮南含煤情况最好，一般厚为 6.5～34.1 米。南部三角洲相泥质岩有机质丰度较高，平均有机碳含量为 0.55～0.98%，氯仿沥青“A”含量

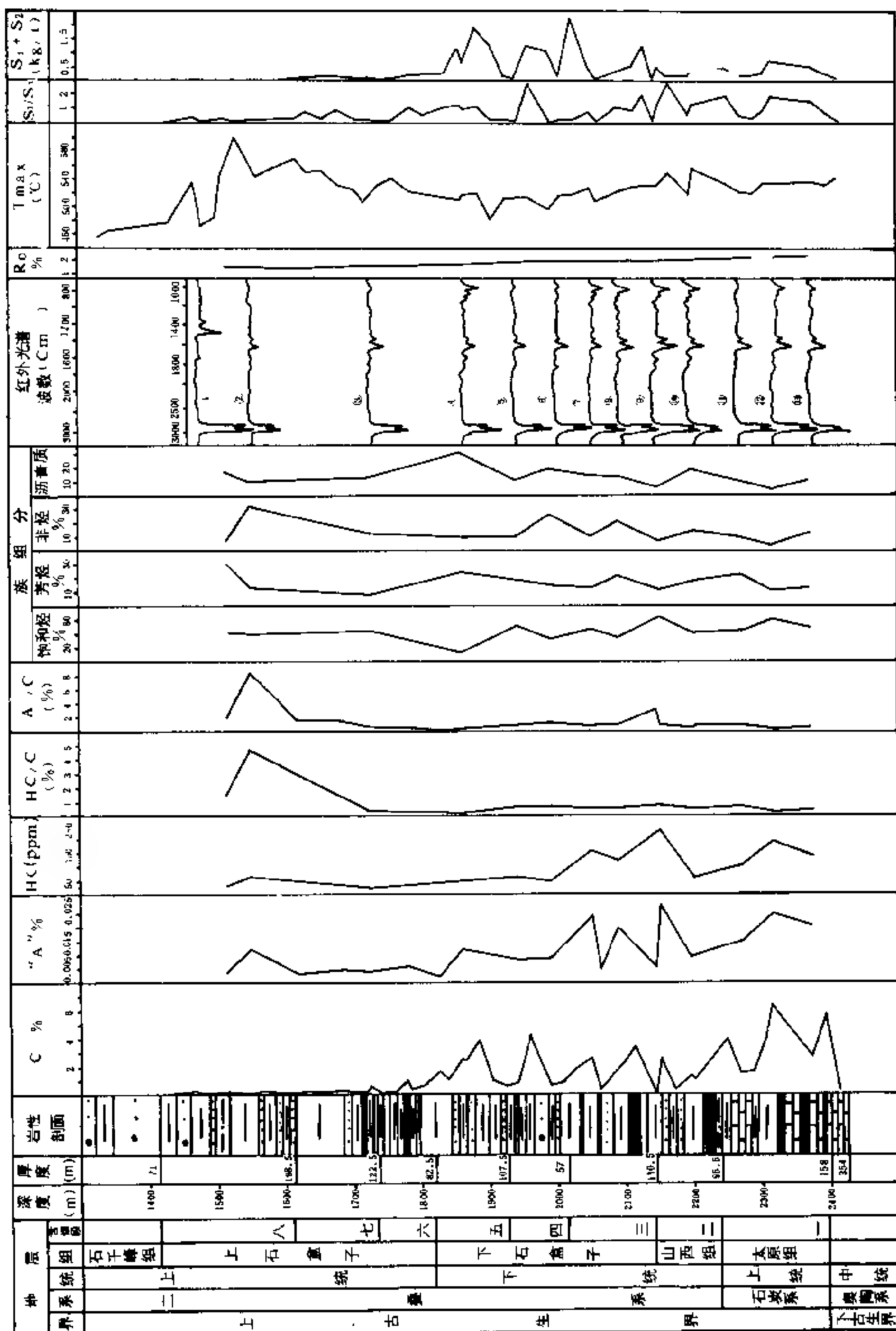


图 6-20 鹿邑凹陷周参 7 井石炭—二叠系有机碳地球化学指标剖面图

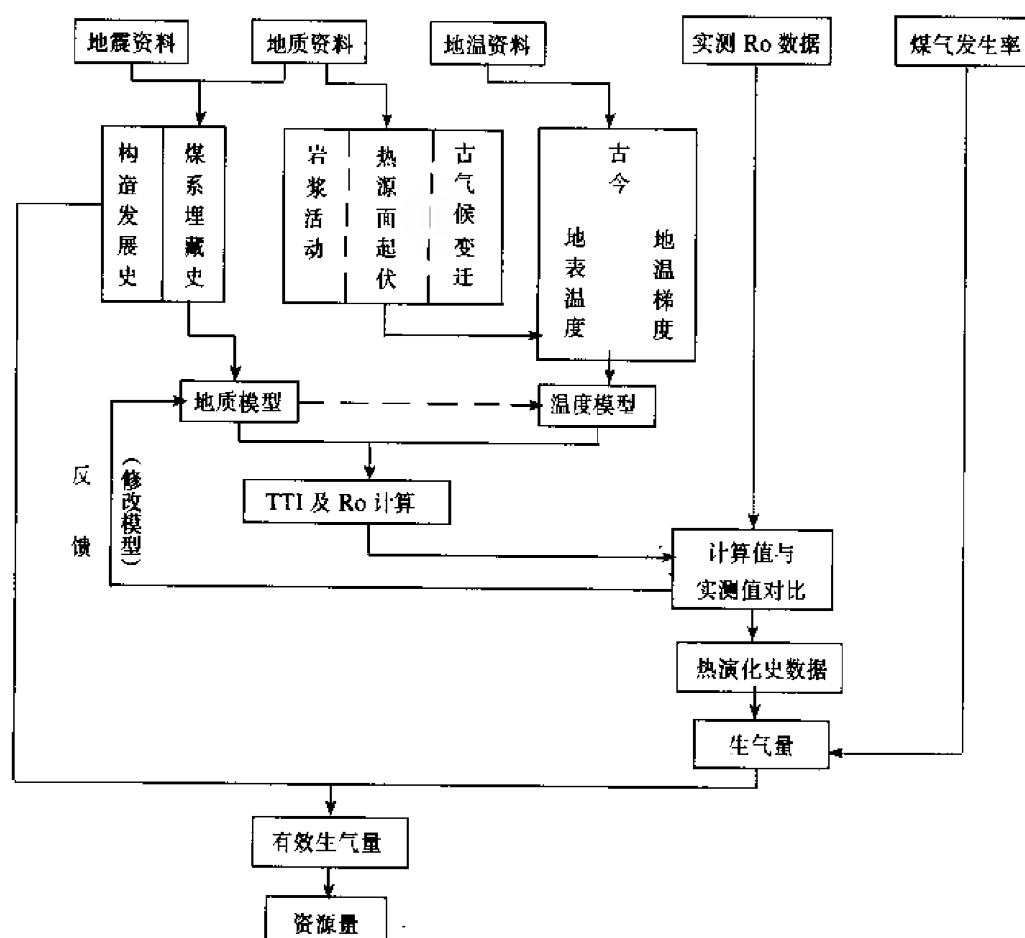
为 0.001～0.0116%，总烃含量为 32～173ppm；北部陆相泥岩指标一般较低。垂向上八煤段泥岩有机碳多小于 0.4%，未达生气岩标准。

砂岩储集层厚度大，为 186.5～357 米，以三角洲砂岩为主，席状砂也较发育，北部主要为河道砂。区域性盖层为七煤段泥质岩和石千峰组上段泥岩，残厚大于 800 米的地区该组合才有良好的保存条件，因此，与下组合相比较其生储盖条件较差。

四、煤系地层埋藏—热演化史及煤成气资源计算

煤成气资源的形成贯穿于整个成煤过程（主要是热演化过程）的始终。在这个历史过程中所发生的地质作用，都给资源的形成以不同程度的影响。本区印支期、燕山期、喜山期构造运动较为强烈，广大地区经受了强度不同的抬升和剥蚀，使先期形成的煤成气逸失。因此，只有恰当的筛除掉损失的资源，才能客观地评价资源前景。为此，我们建立了地质—热演化筛分法。

这种方法的提出，来源于构造发展史、煤系埋藏史和热演化史三位一体的研究。首先是恢复各重要构造发展阶段的煤系埋藏状况和热演化程度，继之估算出各阶段的生气量，然后依据各阶段的构造发展和天然气聚集、保存条件，确定各阶段生成天然气的“有效性”，把无效、低效的生气量筛除，有效的保留，获得“有效生气量”，依此最后得到资源量。其研究流程：



流程所示，煤成气资源与埋深史、热演化史密切相关，正确恢复这两种历史是获得较可靠资源量的关键。

1.煤系埋藏史

埋藏史是研究热演化史的主要基础，是建立地质模型的依据。煤系形成后大体上经历了三个埋藏期，形成了六种埋藏类型。

（1）第一埋藏期（普遍埋藏期）　石炭纪至三叠纪全区整体沉降，煤系均衡的加深埋藏。三叠系是煤系的第一个上覆岩系，它遍及大部分地区，煤系普遍深埋，三叠纪末埋深已在3000～4500米之间。

关于三叠纪地层分布的普遍性，可以从其残留状况、岩性、岩相特点以及煤热演化程度等方面进行研究，目前认为：

1）三叠系在本区许多地点都有保存，以西部地区更为广泛，豫西出露甚广，盆地内钻井也有所揭露，全区地层特征稳定，易于对比。

2）在平原覆盖区，用地震剖面进行追踪，得出三叠系在覆盖区保留情况是：济源、开封一带及砖楼凹陷保存完整，厚度可达2500～3600米；鹿邑、颜集凹陷为500～2500米；太康隆起及周口坳陷的其它地区基本缺失。

3）根据山西组底部煤层镜质体反射率（Ro）值，用洛帕金—韦лас莱斯的TTI方法反演出三叠系沉积厚度。依据这些数据编绘了的三叠系原始沉积厚度图（图6–21）。该图清楚的表明全区以济源—郑州一带厚度最大（>3500米），向四周呈半环状规则地减薄，开封—太康一带为3000米，襄城、淮阳、民权一带为2000～2500米，再向东向南减薄至1500米。

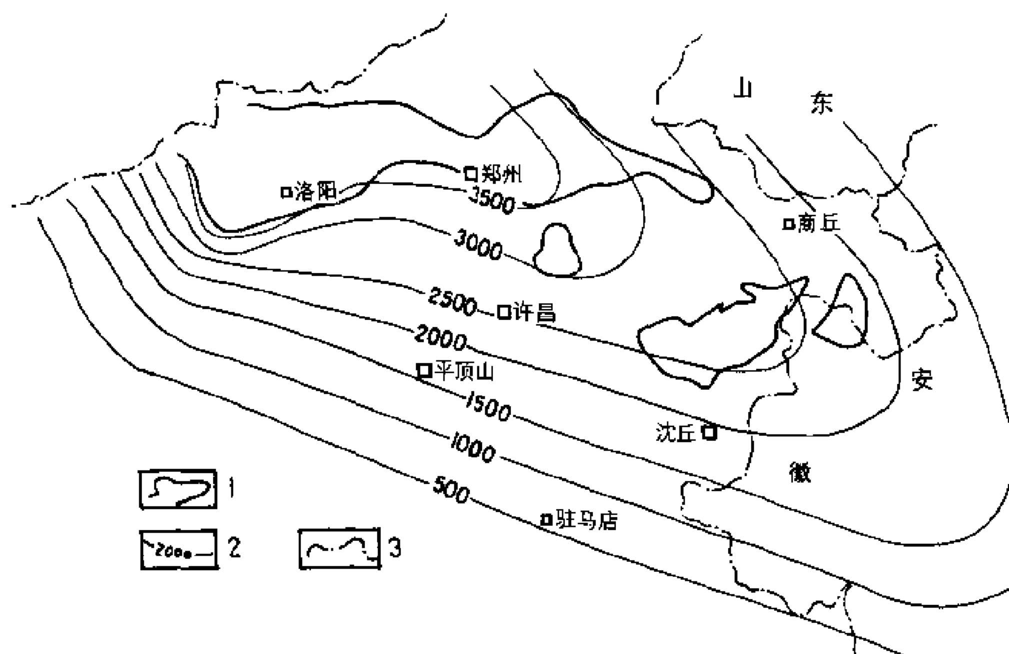


图6–21　华北盆地南部三叠系沉积分布图

1—三叠系残留边界；2—等厚线（m）；3—省界

（2）抬升—剥蚀期（局部埋藏）　印支末期区内大部分地区抬升，遭受剥蚀。燕山期豫

西隆起区及徐蚌隆起、长山隆起等，周口坳陷的许多隆起构造高部位，煤系受到强烈剥蚀，多已荡然无存或所存无几，太康降起平缓上升，部分煤系招受剥蚀。仅有北部济源坳陷、中牟凹陷等煤系保存完好的地区，在燕山期经过长期或短期的沉降，使煤系埋深加大了2000～3000米。

（3）第二埋藏期 燕山末期、喜山期煤系加深埋藏主要发生在济源、开封坳陷和周口坳陷北部鹿邑凹陷一带。这些坳陷中煤系埋藏加深的时间长（自晚白垩世至第四纪），幅度大（5000～10000米），尤以晚白垩世及早第三纪断陷期埋深幅度最大（3000～7000米），隆起、凸起上深埋时间短（晚第三纪和第四纪，甚至只有到第三纪末才终止剥蚀,开始下沉），幅度也小（1000～2000米），豫西隆起区大部至今均持续抬升，煤系埋深继续变浅，煤系分布范围继续缩小。

（4）六种埋藏类型 煤系经过上述二个埋藏期，尤其是后一个时期，使各地煤系保存和埋深产生了很大的差异，这种差异对其热演化及天然气生成、聚集、保存都产生了深刻的影响。这种差异性可以用各地的煤系埋藏曲线表现出来。综合大量的埋藏曲线，依其形态可以模式化，分出六种类型，即：Y_1、Y_2、N、V、U、W型（图6-22）。

Y_1型：第一埋藏期延续到早白垩世，后稍经抬升，晚白垩世、新生代又发生了第二次埋藏。

Y_2型：基本同Y_1型，只是第一埋藏期仅到三叠纪末，燕山期的抬升较强烈。

N型：与Y_2型基本相同，只是第二次埋藏幅度较小，现今煤系埋深小于三叠纪末。

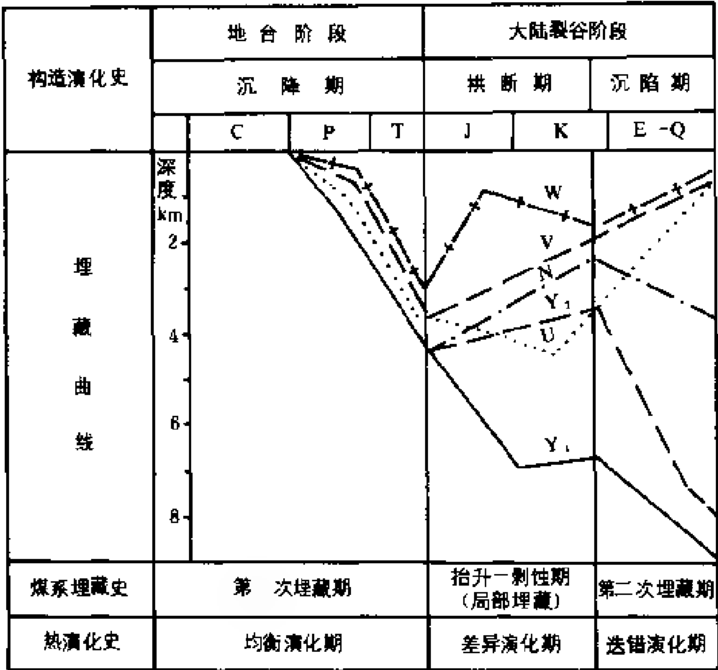


图6-22 华北盆地南部构造演化曲线图

V、U、W型：共同特点是不具明显的第二次埋藏，中、新生代以抬升为主，只是强度差异。

各地区埋藏史就可以用这些埋藏类型概括地表示（表6-7），可作为煤系地层保存好坏的评价顺序。

表 6–7 各地区煤系埋藏类型概略表

济源坳陷、中牟凹陷	Y_1 型为主
周口坳陷各凹陷、民权凹陷、砖楼凹陷	Y_2 型为主
太康隆起、各凹陷斜坡地带及低凸起	N 型为主
豫西隆起区	V 型为主，局部 U 型
徐蚌隆起	W、U 型为主

2.煤系热演化史

(1) 热演化史研究方法及步骤 建立新演化史的地质模型及温度模型。

1) 建立地质模型：煤系形成后，一般埋深增加会造成温度升高，抬升和剥蚀会使温度降低，而温度是热演化的主导因素，所以煤系的埋藏史就是热演化史的地质基础。通常用沉降—埋藏曲线或埋藏史数组（时—深数据表）表示（表 6–8）。

这种表示方法把各阶段升降过程视为均速的，因而是一种简化了的模式，故称为热演化的地质模型。研究区内有地震 T_1、T_7、T_{11}（Tg）三层反射标准层的埋深图，取得 473 组数据，用上表给定的各地质时代的地质年龄值，结合上一节对本区埋藏史的研究，编制出这 473 组煤系埋藏史数组（部分编绘了曲线）。

表6－8 各地震标准层地质层位与地质年龄值

地震标准层	地质层位	地质年龄（Ma）
	N+Q	
T_1	～～～～～～～～～～～～	25
	K_2+E	
T_7	～～～～～～～～～～～～	85
	K_1+J_3	
T_8	～～～～～～～～～～～～	140
	$J_{1+2}+T_3$	
T_9		200
	$T_{1+2}+P_2^2$	
T_{10}（Tg′）		230
		285
	$P_1+P_2^1$	
	C	
T_{11}（Tg）	— — — — — — —	328
	Pz_1	

2) 建立温度模型：温度模型是指简化了的各地质时代的温度场，可以用时变等温网格表示，它可以用各时代地表温度和地温梯度决定，其中地温梯度又是影响最大的因素。

①本区钻井测温资料很少，且分布不均匀，古地温梯度的研究刚刚开始，因而没有直接的数据和方法可供选用。据石油勘探开发研究院研究，认为在华北盆地，可把下古生界顶面视为二次热源面，其上覆层平均地温梯度，主要取决于上覆层本身的厚度，也即二次热源面的埋深，埋深越大，地温梯度越小。依据这个概念，我们利用华北油田、中国科学院地热组

提供的数据为基础，编制了前石炭纪潜山顶面（T_{11}）埋藏深度与上覆层平均地温梯度相关曲线。若把含油、气和热水井数据剔除，可以把潜山顶面与上覆层平均地温梯度相关关系简化成下表（表6-9）。

表6-9　T_{11}深度与地温梯度相关数据表

T_{11}深度（m）	<1000	1000～2000	2000～3000	3000～4000	4000～5000	>5000
平均地温梯度	4.5	3.6	3.2	3.1	3.0	2.7
（℃／100m）	2.5（新生代）	2.5（新生代）				

此外，本区在燕山期地壳拱升，造成太康隆起，周口坳陷北部等地地壳显著减薄，形成这些地区局部古地热场升高，使这些地带热演化程度增进较大，所以在地壳减薄区的温度模型中，要把中生代古地温梯度附加一个增值。用南1井、周参7井所测得的镜质体反射率（Ro）数据进行反演，求出该值为1～1.9℃／100米。同样的理由，在有岩浆侵入的地区，也加入一个较大附加值（2～4℃／100m）。

②地表温度的选取，现代地表温度，参考了区内气象资料取一平均值15℃。古地表温度，参考了有关古地理、古气象的研究资料，取了20℃。

③镜质体反射率（Ro）是煤系热演化程度较为理想的指标。Ro值获得是通过如下四个步骤:

a、采集研究区内及周缘地区主要煤层样品245个，进行镜质体反射率（Ro）测定，以这些数据作为热演化研究的基础。

b、这些实测数据是现今热演化程度的指标，地质历史中的古Ro值是无法直接测定的，为了恢复整个地质历史的热演化状况和进程，需要以这些数据为参考，进行理论计算。计算Ro值的方法很多，本报告采用洛帕金（Н.В.ЛОПаТЧН）－韦甫莱斯（Waples）法，通过计算TTI，求得Ro值，共得2365个数据。

c、把计算结果与实测值进行对比，两者数值基本一致（表6-10），从而确定了所用的地质模型和温度模型，也就说明了计算值与实测值有较好的等效性。

d、在IBM—PC微型计算机上，对上述473个点的热演化程度及其历史进行模拟计算，取得2365个数据。

运用这些数据，以及这些数据编制的图件可以阐明本区热演化史。

（2）热演化史简述　根据盆地热演化历程和特点，可分为均衡演化、差异演化和迭错演化三个时期。

1）均衡演化期：煤系形成后至三叠纪末，盆地处于地台区，稳定均衡下沉，煤系在各地的埋藏深度变化不大，演化增进均衡，直到这个时期末，Ro值变化在0.6～1.4%之间，演化程度最高的在济源、郑州等地，Ro值达到1.2～1.4%，开封、太康、鹿邑一带在1%左右，其余地区均在0.6～1%之间。即大部分地区均属煤的低、中变质带，变质带方向略呈NWW向（图6-23）。

2）差异演化期：侏罗纪至白垩纪中晚期，区内构造显著分异，进入大陆断陷期。北部济源、开封一带继续沉积，接受2500～3000米侏罗系、白垩系沉积，中部处于抬升状态，地温场有所升高，西南部煤系已遭受剥蚀，残留无几。所以此期热演化增进度以北部最大。

至晚白垩世时北部 Ro 值可增至 3～5%，进入无烟煤阶段；中部太康一带也增至 1.5～3%，成为以瘦、贫煤为主的地区；永夏、肖县、宿县一带由于岩浆侵入的影响局部可达到贫、无烟煤阶段；其余地区，如鹿邑、倪丘集、淮南等地均在 1%以下。

表 6-10　实测与计算 Ro 值对比表

地点或井号	实测 Ro 值	计算 Ro 值	地点或井号	实测 Ro 值	计算 Ro 值
南 1 井	2.06	1.964	陕渑、观音堂	1.00	0.843
南 3 井	3.42	3.410	观音堂	1.16	1.021
周参 7 井	2.00	2.062	宜洛井、陈村	1.40	1.345
竹壁	0.90	0.828	宜洛、深部	1.60	1.728
葛泉	0.9～1.12	0.770	义—渑向斜	1.80	2.070
鹤壁、安阳	1.80	1.505	登封	1.20	1.011
焦作	2.40	2.239	登封深部	1.40	1.279
新密	1.80	1.743			

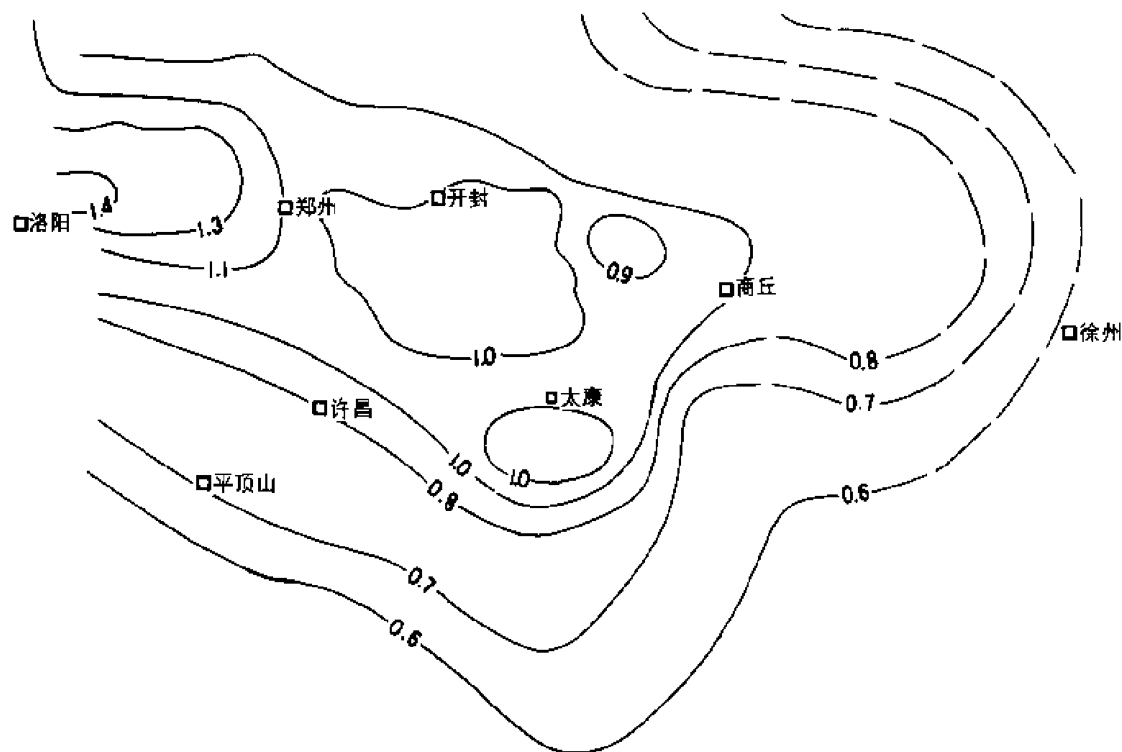


图 6-23　华北盆地南部三叠纪末热演化程度图

（等值线是二叠系底部煤层的镜质体反射率）

3）叠错演化期：晚白垩世至现代，本区处于断裂活跃的时期，构造分异非常强烈，凹陷与凸起差异明显。在凹陷中，煤系大幅度深埋，热演化增进很快。沉陷深的凹陷，如济

源、中牟、鹿邑等凹陷，现今Ro值达到了3～6%，进入无烟煤及其以上煤阶；稍浅的凹陷，如襄城、倪丘集等凹陷，Ro值也达到2～4%，在凹陷中形成了与凹陷方向一致的高变质带。降起、凸起和凹陷斜坡上，煤系埋深增加不大，甚至在减少，热演化增进度较小。如现今本区东、南部的煤Ⅲ Ro值一般在0.8～1%，为气、肥煤为主的地区。太康隆起，由于地热场增温，热演化程度可达到2～3%。此外，淮北、永夏、太参1井、禹县、焦作等地，由于火成岩的影响，或源于岩浆的热异常所致，使其Ro值达到2～3%，并多处见到天然焦出现。

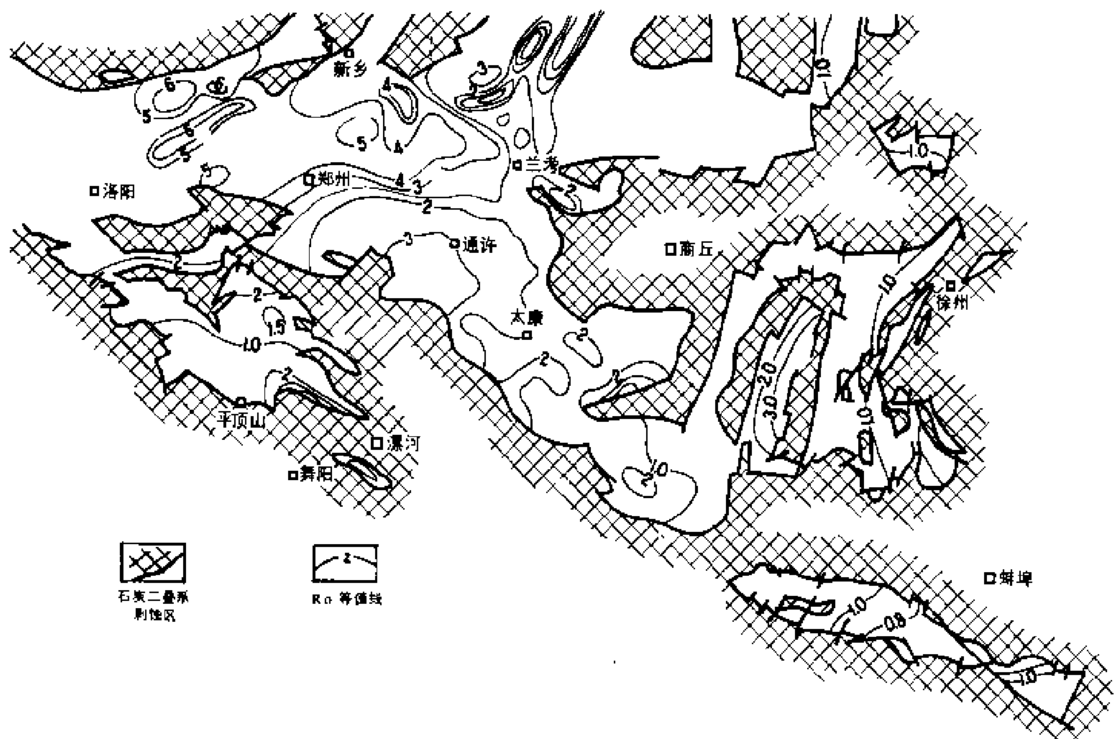


图6-24 华北盆地南部现代热演化程度图

（等值线是二叠系底部煤层的镜质体反射率）

综上所述，本区现今煤变质带分布比较复杂，它不同于前两个时期比较简单、比较规则的北高南低的状态，形成了几条高、低变质带互相交错、重叠的情况。变质带方向，西部呈近东西向（或北西西向），东部则近南北向（或北东东向）（图6-24）。

3.煤成气资源量计算

在煤系地层热演化研究基础上，资源量计算是采用地质—热演化筛分法，并与蒙托卡洛模拟联合运算方式进行。

（1）地质热演化筛分法基本公式及各因子赋值方法

1）地质热演化筛分法基本公式

$$Q_R = H \cdot S \cdot d \cdot g_A \cdot C_F \cdot A_C$$

式中 Q_R——资源量；

H——煤层厚度，与暗色泥岩（有机碳含量>0.4%）当量煤厚之和；

S——煤系分布面积；

d——煤的视密度；

g_A——视煤气发生率；

C_F——有效性系数；

A_C——聚集系数。

2）公式中各因子赋值方法：基本公式中资源量是由六个因子连乘获得的。这六个因子中 S、d、C_F 取值较为简单，可视为常数或常规的变量。H、g_A、A_C 影响因素很多，取得的实际数据较少，变化规律无法确定，若赋给某一定值，可能出现很大的误差，因而采用蒙托卡洛模拟，把他们作为随机变量处理。以下对六个因子赋值方法作简要说明。

a、煤系分布面积（S）：是从图上量取。本次计算，以每 36 平方千米为一基本面积单元，若某资源量计算某单元中有 M 个基本面积，那末其面积即为 S=36 · M（平方千米）。

b、煤的密度（d）：系指煤的视密度，即容重。影响它的主要因素有三个，即煤岩成分、变质程度和矿物杂质含量。

研究区内石炭二叠纪煤的煤岩成分比较均匀，大致是镜质组 80～85%，惰性组 10～15%，稳定组在 5%（±），比例稳定，又鉴于本区中等变质程度的煤，密度一般为 1.25～1.26，所以本次计算对密度的取值见表 6–11。

表 6–11 煤视密度取值表

Ro（%）	<0.5	0.5～1	1～2	2～2.5	>2.5
密度（tm^3）	1.20	1.2～1.25	1.25～1.30	1.3～1.4	1.4

c、有效性系数（C_F）：前述的埋藏历史、埋藏类型是决定有效性的一个基本因素，不同构造条件下生成的气聚集和保存的机率不同，后期剧烈构造运动，必然影响有效性的高低。若把这三种因素具体化为"有效性系数"，就可以用它把有效性不同的资源筛分开来。有效性系数可以理解为有效生气量与全部生气量的比率，它变化在 0～1 之间，是个无因次的量，0 代表生成的气全部无效，1 代表有效性最高，即全部有效。

根据区内情况，有效性系数由 A、B、C 三项乘积确定，A 值为埋藏类型，B 值反映是否经构造完善程度。A、B 具体取值（表 6–12）。

C 值用中、新生代山西组底部最小埋藏深度来确定，用上覆层厚度，体现概略的保存机率。具体取值见表 6–13。

d、煤层厚度及暗色泥岩当量厚度（H）：根据前人经验，生气层厚度视为对数正态分布的随机变量，其观测值用 19 个点的数据（综合值）形成，其中暗色泥岩当量厚度，是有机碳大于 0.4%的泥岩厚度乘以平均有机碳含量求得的（表 6–14）。

e、视煤气发生率（g_A）：视煤气发生率是指成煤过程中，褐煤以后成煤阶段，形成一吨某煤阶煤所生成的烃类气体总量，它是随成煤作用加深，即随 Ro 值增大而增加，具体数据是由热模拟实验求得。

本值选国内预测六个褐煤样品求得的视煤气发生率数据为观测值（表 6–15），形成正态分布的概型，用于求预测资源量。

表 6–12　A 与 B 取值表

埋藏类型	A	B	
		是否经受强烈拱断作用	
		否	是
Y_1 型	1	1	0.6
Y_2 型	1	1	0.4
N 型	0.6	1	0.2
UVW 型	0.2	1	0.1

表 6–13　C 取值表[1]

最小埋深	<300	300～700	700～1400	1400～3400	>3400
C	0	0.2	0.4	0.6	0.8

1) 指中、新生代山西组底部最小埋深，单位为千米。

表 6–14　煤层厚度观测值数据表

序号	1	2	3	4	5	6	7
地点	渑池	新安	济源	焦作	荥巩	新密	太参 1
煤层厚（m）	8.88	12.21	10.13	13.49	11.63	22.60	7.5
暗色泥岩当量煤厚（m）	1.3	2.7	1.0	1.2	1.1	1.1	1.5
序号	8	9	10	11	12	13	14
地点	龙古 1	华 5	太参 2	周参 7	禹县	平顶山	确山
煤层厚（m）	19.30	7.9	3.3	38.48	24.45	36.76	41.14
暗色泥岩当量煤厚（m）	1.5	1.5	1.5	7.2	4.8	3.6	1.2
序号	15	16	17	18	19		
地点	永夏	淮北	淮南	潘集	谢桥		
煤层厚（m）	10.99	6.72	42.32	36.82	37.29		
暗色泥岩当量煤厚（m）	1.5	4.8	1.75	4.5	3.9		

f、聚集系数（Ac）：据国内、外经验数据多数变化在 0.1～5%之间。本区暂选 0.5～2%，作均匀分布处理。此外各区变质程度由高而低，取值有所升高，如下：

济源、开封地区：0.5～1%；

太康隆起：0.5～0.8%；

周口坳陷：1～2%。

（2）热演化筛分法与蒙托卡洛模拟联合运算的计算概型及实现

计算概型：$Q_R = \sum^{L}[\sum^{M}\sum^{J}(\sum S \cdot d * H * \Delta g_A) \cdot C_f] * A_C$

这个计算概型的运用是将全盆地划分为L个（19个）构造单元；每个单元中每36平方千米取一个点，共取M个点；每个点埋藏史可划分出J个阶段；每个阶段以每10℃为一个基本温度间隔（计算步长），又可划分出i个区间。

计算起步于一个小区间，计算出该小区间生气量：

$$\Delta Q = S \cdot d * H * \Delta g_A$$

把i个区间（即一个阶段）和一个点所有各阶段用蒙托卡洛法累加出来，即求出该点所在的36平方千米的有效生气量：

$$\Delta Q_{fJ} = \sum^{J}\sum^{i}\Delta Q \cdot C_f = \sum^{J}\sum^{i}\Delta Q_f$$

然后把一个构造单元中所有点（M个点）的累加起来，就得到了该单元的有效生气量：

$$\Delta Q_{FM} = \sum^{M}\Delta Q_{fJ}$$

用ΔQ_{FM}与A_c进行概率乘，使得到该单元煤成气资源量：

$$\Delta Q_{RM} = \Delta Q_{fm} * A_C$$

用L个ΔQ_{RM}进行概率累加，即可得到全区或某几个单元总的煤成气资源量：

$$Q_R = \sum^{L}\Delta Q_{RM}$$

这次计算是用Fortran语言在IBM-PC计算机上完成，蒙托卡洛计算抽样序列长度为500个点。

计算能以实现的范围限于地震勘探程度较高的济源—开封坳陷、太康隆起和周口坳陷以及定远凹陷。

（3）煤成气预测

1）预测资源量：用相应概率50%确定，各级构造单元所含资源量（表6-16）。

（表中＊1、各类资源量为概率累加和，与代数和略有差别；＊2、中牟凹陷里尚有约1500平方千米范围因无资料，未进行计算。）

由表中初步概算资源量约为2900亿立方米，可作为在本区寻找中、小型煤成气提供了参考依据。

2）由表中可看出资源分布特点：区内资源分布的不均衡性是很明显的。在计算范围内的构造单元中以周口坳陷预测资源量最大，为1920亿立方米，占全区的66.13%，其次是北部的济源坳陷及开封坳陷（南部），两者资源为全区的28.7%，太康隆起最低，只有149亿立方米，占全区的5.13%，从资源丰富程度（以资源密度为指标）也是周口坳陷最丰富，资源密度为0.189亿立方米／平方千米。太康隆起最贫乏，只有0.023亿立方米／平方千米。

表6-15　视煤气发生率数据表（单位：m^3／t）

Ro%	吉林舒兰	沈北	东胜	新疆	云南小龙潭	云南柯渡
<0.5	0	0	0	0	0	0
0.8	25	13	13	3	15	33
1.0	45	22	30	26	36	60
1.5	80	65	84	74	98	146
2.0	127	121	162	158	185	251
2.5	162	183	215	220	258	213
3.0	178	243	251	281	300	355
3.5	185	258	280	298	312	376
≥4.0	187	262	284	303	317	380

二级构造单元（相对坳陷而言）是油气聚集的基本单位，对它们预测资源分布的分析，是资源评价、选区的重要一环，可分四个级别，预测资源量大于250亿立方米的有：鹿邑凹陷、倪丘集凹陷、谭庄—沈丘凹陷、襄城凹陷四个二级构造单元。预测资源量200～250亿立方米的只有济源坳陷。预测资源量100～150亿立方米的有：东吴次凹、原阳次凹、延津次凹三个单元。50～100亿立方米的有：民权凹陷、中牟南部、太平镇构造带、杜营次凹、砖楼凹陷五个构造单元。

余下四个面积很小的单元均低于50亿立方米。

从预测资源丰富程度分析，以鹿邑凹陷、中牟凹陷、谭庄—沈丘凹陷、倪丘集凹陷资源密度最大，大于或等于0.25亿立方米／平方千米。

预测资源密度较大的，数值在0.15～0.25亿立方米／平方千米的有鹿邑凹陷西部地区、谭庄—沈丘凹陷、襄城凹陷和济源坳陷。

评价工作中，应把资源量大、资源丰富程度高两者兼备的地区视为远景较好的地区。

表 6-16　华北盆地南部预测煤成气资源及分布简表

计算单元		计算面积 (Km^2)	期望资源量 (10^8m^3)	资源密度 ($10^8m^3/Km^2$)
济源坳陷		1116	205.05	0.18
开封坳陷南部	原阳次凹	324	120.40	0.37
	太平镇地区	216	66.08	0.31
	延津次凹	360	101.25	0.28
	东吴次凹	396	122.63	0.31
	南部斜坡	324	80.59	0.25
	杜营次凹	252	52.08	0.21
	民权次凹	720	85.60	0.12
	小计	2592	628.82	0.16
太康隆起	太康隆起中部	5868	90.26	0.015
	砖楼凹陷	396	55.51	0.14
	高朗凹陷	180	4.13	0.023
	小计	6444	149.91	0.023
周口坳陷	鹿邑凹陷西北部	324	39.46	0.12
	鹿邑凹陷西部	1548	317.80	0.21
	鹿邑凹陷东部	1152	493.45	0.43
	巨陵凹陷	216	7.48	0.05
	襄城凹陷	1512	301.65	0.1995
	郸城凸起	180	2.28	0.013
	倪丘集凹陷	1512	403.495	0.267
	谭庄—沈丘凹陷	1587	355.23	0.224
	小计	8031	1920.85	0.189
总计		18183	2904.64	0.154

结合本区埋藏—热演化史的研究，煤成气资源主要形成期是在印支—燕山和喜山期，占形成总量的 91.18%。

各二级单元资源形成高峰期有两种类型:

①喜山期为高峰期的单元，在晚白垩世至现今形成资源百分比大多在 60%以上，如鹿邑凹陷、倪丘集凹陷、襄城凹陷、中牟凹陷等。这些单元的生气高峰期正是第二埋藏期和晚期

构造圈闭形成期，这都为气藏形成造成较高的机率。

②印支—燕山期为高峰期的单元，本区大多数的地区属于此类，如谭庄—沈丘凹陷，侏罗纪和早白垩世形成的资源占60%以上。这种地区要特别注意早期（印支及燕山期）形成的圈闭，当然也不能排除晚期形成圈闭造成次生气藏的可能。

属于第一种类型的单元均为以 Y_2 型埋藏史为主，属于第二种类型的单元多为 Y_1、N 型及 Y_2 型埋藏较浅的地区。

总的看来，鹿邑凹陷和倪丘集凹陷及谭庄—沈丘凹陷也是资源条件、成气条件较为优越的地区。

五、煤成气有利区评价

本区目前虽未发现工业性的气藏，但从石油地质特征出发，结合国内、外一般的油气聚集规律来看，我们对华北盆地南部煤成气的运移、聚集条件有以下三点主要的初步认识。

第一，主要成气期与构造形成时期的适时配置，是形成气藏的重要条件。

华北盆地南部的构造，具有圈闭类型多，局部构造发育的特点。但是，由于本区构造演变十分复杂，不同凹陷的沉积发育史、煤系热演化史及成气高峰期不尽相同，成气条件各异。成气高峰期与构造形成时期的配置关系不同，评价的差别很大。构造圈闭与主要成气期的适时配置，是形成气藏的重要因素之一。

第二，上古生界经印支、燕山、喜山三个时期的后期构造运动改造，保存条件与构造条件较复杂，因此，生储组合除考虑本身石炭—二叠系的“自生自储”的类型外,更重要的要考虑到“古生古储”或“古生新储”（包括：中、新生界）的次生类型。

上古生界构造，断裂比较发育，以古生界地层为储集层的组合除石炭—二叠系“自生自储”外，还有因断层错动所形成的“古生古储”类型。这种类型以下降盘石炭—二叠系地层为气源岩，上升盘则以下古生界寒武、奥陶系较厚的碳酸盐岩为储集层，断裂带常形成各种各样的次生孔、洞层，有利气的储存；或石炭系的底部风化壳形成的洞缝层。“古生新储”类型，是以石炭—二叠系煤系地层为气源岩，以断层为主要通道向上运移后，以上覆层中、新生界砂岩为储集层的气层。在煤成气勘探中，这二种类型的组合必需统一考虑，根据地质情况进行分类评价。

第三，印支期煤系地层低变质，喜山期高变质的凹陷，后期沉积较连续，二次生气量大，有利聚集带位于高变质区周缘。

由于本区的大部分印支末期—燕山期煤系曾遭受强烈剥蚀，该期生成的气，因保存条件差，多逸散或残余量较少。故该期煤系有机质变质程度低，在喜山期再次深埋，热演化增进，形成二次生气，保存条件较好。

早期低变质，后期高变质较典型的地区（如倪丘集凹陷），主要成气时期晚，绝大多数构造圈闭的定型期早于成气期，二者具备良好的配置关系，有利于油气聚集。有利聚集带位于下第三系深凹陷区周缘。

根据前述研究成果，除预测资源量外，在评价煤成气有利地区时，主要还要考虑以下五方面：

①生、储、盖组合；②埋藏—热演化史；③构造圈闭条件；④保存条件；⑤钻探及经济条件。

综合考虑以上条件，结合实际情况，可将本区主要构造单元大体分为三类地区。

Ⅰ类—有利区：鹿邑凹陷、倪丘集凹陷；

Ⅱ类—较有利区：济源盆地、中牟凹陷、襄城凹陷、谭庄—沈丘凹陷；

Ⅲ类—远景区：太康隆起、洛阳盆地、临汝盆地、颜集凹陷、定远凹陷。

分区评价的根据见表6–17。

评价结果可见，周口坳陷北部煤系分布面积较大，有四个有利和较有利凹陷，煤层及暗色泥岩发育，构造圈闭条件较好；保存条件好，资源量也较大。目前已有4口探井见到油气显示，为今后煤成气勘探的主要地区。

表6–17　煤成气有利区评价标准表

项目	级别	有利区	较有利区	远景区
生储盖条件	煤层厚度（m）	>30	10~20	<10~20
	暗色泥岩厚（m）	>500	200~500	200~300
	C_p残厚（m）	1400	400~1400	400~800
演化史	沉积类型	Y_1、Y_2	Y_1、Y_2	Y_2、N、U
	二次成气面积（km^2）	>500	0~500	0
	主要成气期	喜山期和 印支—燕山期	印支燕山期 喜山期	印支燕山期
圈闭条件	主要类型	潜山背斜	背斜断鼻	断鼻背斜
	有利构造总圈闭面积（km^2）	>25	>15	不清
		二级构造带发育（参见五章二节）		
钻探及经济条件	有利聚集类型	古生新储 古生古储 自生自储	古生新储 自生自储	自生自储
	目的层埋深（m）	2500~4500	>4500	
	期望资源量（10^8m^3）	>400	200~400	<200
	有利构造个数（个）	>4	<4	不清
	油气显示	见荧光砂岩显示和油苗	见气测异常显示	
保存条件	二叠系残存厚度（m）	>1200	>500	0
	下第三系厚度（m）	>3000	1000~3000	0~1000

第七章　豫东南青白口系—寒武系

河南石油勘探局所钻探的周参6井，位于河南省东南部信阳专区息县东岳乡。构造位置：周口坳陷东南东岳凹陷中部陈楼背斜构造顶部。该井于1982年7月完井，钻达井深3209.88米，钻达层位上元古界青白口系。本井所取得的主要地质成果有以下两点：

①井深1609.5～3209.88米（未穿），钻遇寒武系—青白口系地层，主要岩性为灰—绿灰色石灰岩、白云岩及泥页岩夹少量棕色泥岩，顶部缺失上古生界，中、新生界直接覆盖在寒武系之上，呈不整合接触。这套钻厚为1600米的地层，与周围地区相比，情况比较特殊，均未变质，其中寒武系残余厚度940.5米，青白口系厚634米（未穿）（图7-1）。

②钻井过程中于下寒武统，见气测显示，测井资料证实，裂隙较发育：井段2245～2458米，全烃含量从0.024%上升到0.20%，并于井段2276～2295米共漏失泥浆40立方米，漏速6～7立方米／小时，数字测井资料解释结果于1922.8～2476.6米井段，有10个碳酸岩裂缝发育段，累计厚度达253米，其中孔隙度大于10%的Ⅰ类层为5层，厚70.2米；5～10%的Ⅱ类层为5层，厚182.8米。

上述资料说明该区的下古生界—青白口系具备了生、储油条件，属具有一定找油、气前景的勘探层系。结合地震资料、邻区钻井资料及露头资料等，进行了分析研究，对该地区在豫东南发育情况、古地理概貌等方面，取得了初步的认识，详述如下。

第一节　豫东南地区构造位置及青白口系发育情况

该区构造：位于新华夏构造体系第二沉降带与东西向秦岭褶皱带的衔接部位；大地构造属华北地台的东南缘，南临秦岭地槽褶皱区（图7-2），两者以周参6井以南的明港—固始—合肥大断裂为界。大断裂以北在太古界的结晶基底上发育了上元古界、古生界、中、新生界的沉积盖层，均未变质。而大断裂南侧的结晶基底为下元古界，其上覆中、上元古界主要为一大套复理式沉积建造并夹有多层火山喷发岩，这套地层，厚达万米，是标准的优地槽沉积建造，经青白口纪末期发生的晋宁运动使这套地层发生了强烈褶皱变质，缺失下古生界地层，并形成分隔南北晚古生代以来地质发展的天然屏障。

周参6井所揭露的青白口系地层厚634米（未穿），通过与东边固始四十里长山地面青白口系剖面与安徽两淮地区的青白口系地层对比（表7-1），从岩性组合特征上相当于青白口系中下部（寿县组—倪园组），缺失青白口系上部地层（九顶山组—望山组），与淮南青白口系的发育情况一样。岩性主要是一套灰色白云岩和深灰色泥页岩，属台缘浅海过渡型碳酸盐岩、泥页岩沉积建造。根据区域地质资料，蓟县纪末期发生的芹峪运动使华北地块的主体上隆，普遍成大陆剥蚀面，青白口纪的沉积，仅限于燕山裂谷和地台东南缘的胶辽河淮地区，豫西地区发育的一套厚近一万米前震旦系地层（熊耳群、汝阳群、罗峪群）属中元古代长城—蓟县纪沉积，其末期，豫西亦受芹峪运动影响，同华北地块一起抬升成陆，缺失青白口系地层。根据区测资料和周参6井钻探资料推测，河南境内青白口系主要分布范围大致在确山以东，上蔡、沈丘、永城一线以南的豫东南地区。与东部毗邻的两淮地区于青白口纪

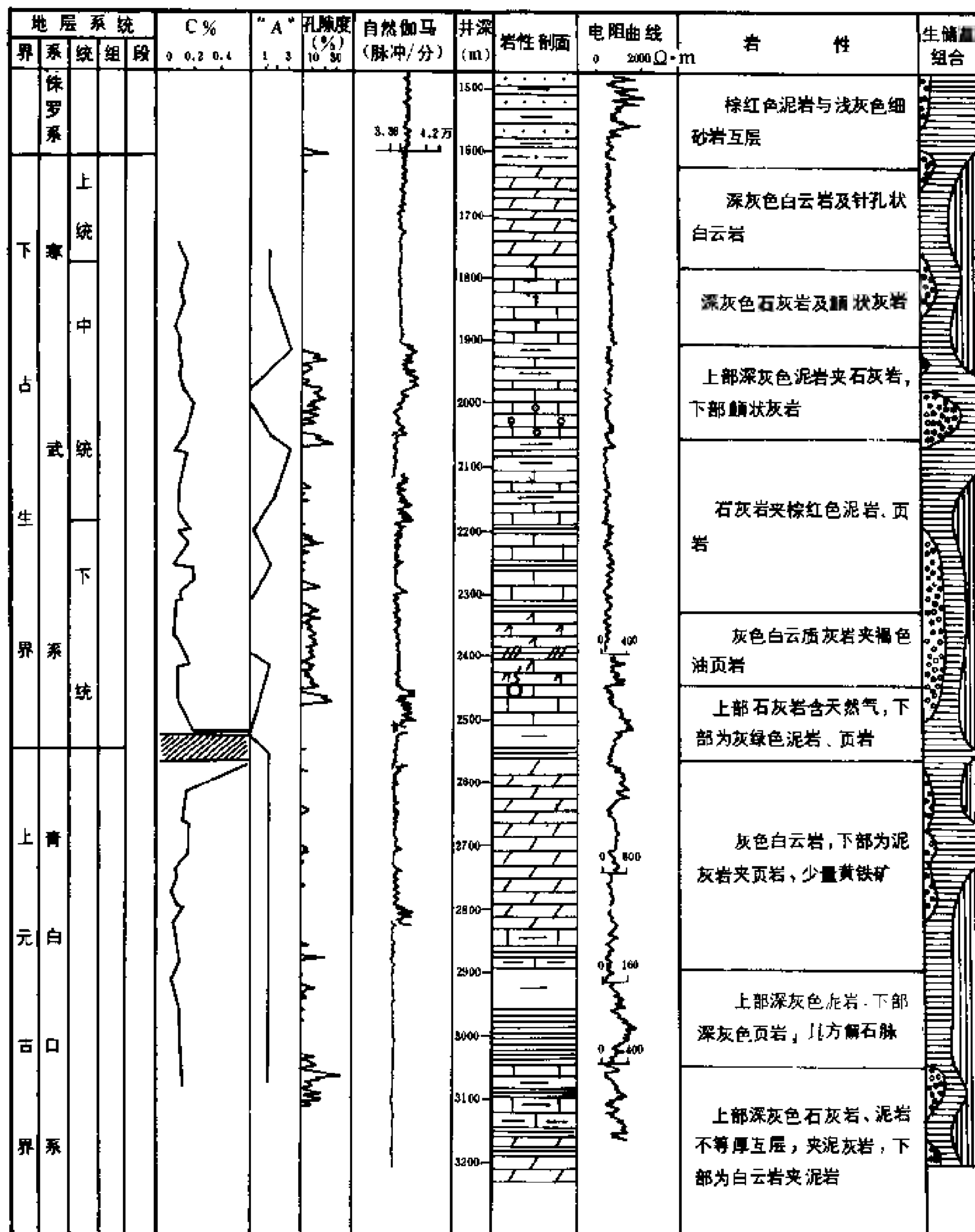


图 7-1　周参 6 井寒武系—青白口系综合柱状图

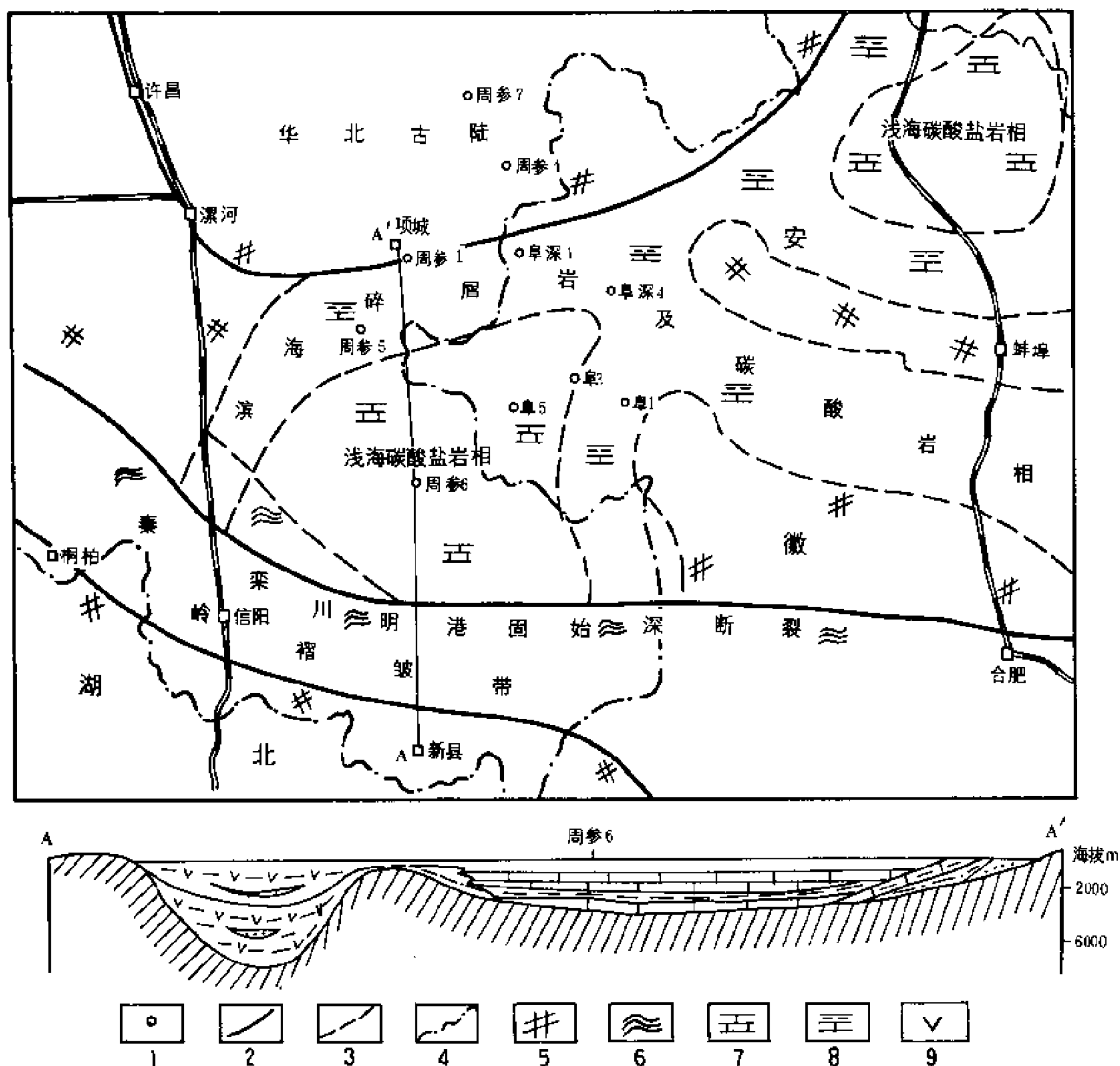


图 7–2 华北地台东南缘青白口纪岩相古地理图

1–完钻井；2–断裂；3–青白口系分界；4–省界；5–剥蚀区；6–变质区；

7–碳酸盐区分布图；8–碎屑岩、碳酸盐岩分布区；9–火山岩

时，同属华北地台东南缘的台缘坳陷带（图 7–2）。

根据青白口系发育的淮北地区剖面分析，按岩性组合特征可将青白口系分为上、中、下三个部分：下部为滨浅海相的碎屑岩夹碳酸盐岩，包括八公山组、刘老碑组、寿县组；中部为富含叠层石碳酸盐岩夹泥页岩，包括贾园组、赵圩组、倪园组、九顶山组；上部为含叠层石的碳酸盐岩夹碎屑岩（包括张渠组、魏集组、史家组、望山组）。纵向上组成一个完整的旋回。而蚌埠块断隆起以南及周参 6 井经过对比仅保留了中、下部地层（周参 6 井仅钻至中部贾园组—寿县组后完钻），且地层岩性较蚌埠块断隆起以北白云质增高。从地层厚度上分析，周参 6 井与固始四十里长山剖面相类似，较其东的凤深 1 井增厚。而岩性上周参 6 井揭示的这套青白口系中部地层较固始剖面和淮南地区相应之地层要细，并全为暗色的碳酸盐岩

和泥页岩，这也是较之其它地区特殊的地方。周参6井在暗色地层中，见有黄铁矿晶体，代表浅海相还原条件下的沉积。

表7－1　豫皖区青白口系对比关系表

生率

周参6井	固始崔山剖面	凤深1井	缺失	地层名称 组	系	界
			缺失	望山组	青白口系	上元古界
				史家组		
				魏集组		
				张渠组		
				九顶山组		
厚度634m（未穿）	厚度＞808m	厚度160m±		倪园组		
				赵圩组		
				贾园组		
	厚度＞1250m	厚度490m±		寿县组		
	不详	厚度10～20m		刘老碑组		
				八公山组		
		变质岩（未穿）				下元古界

第二节　豫东南地区青白口纪—早寒武世古地理概貌

形成周参6井这套较为特殊的岩性岩相组合之地层的原因，与它所处的古地理位置有关。青白口纪时，固始以东的安徽瓦埠～炅山庙一带可能存在一个向北突出的弧形半岛（寿山六顺集合深三井于2356.6米侏罗系直接覆盖在下元古界黑云母花岗片麻岩之上，缺失古生界及青白口系），这从位于这一弧形半岛北侧的凤深1井和南侧的四十里长山剖面的岩性变粗和地层颜色以黄绿为主夹红色和紫红色地层似为边缘相沉积而得到佐证。由于这一弧形半岛的存在，形成了分隔淮南与周参6井地区之间的地陆梁。而周参6井北部和西部都为古陆剥蚀区，这样较为封闭的古地理环境形成了周参6井青白口系中部这样一套以白云岩为主的属碳酸盐岩陆表海沉积（图7-2）。

青白口系上部地层，周参6井与淮南地区均遭受剥蚀。这是由于青白口纪末期发生的晋

宁运动使河淮海槽南部抬高升成陆（包括燕山海槽部分地区），经历了近二亿年的长期风化剥蚀，缺失了中国南方的震旦系大部分地层，仅于震旦纪后期在华北地台南缘的豫西—淮南一带沉积了厚度不大之陆缘冰川泥石流堆积地层，豫西称罗圈组，淮南称风台组。周参6井于下寒武统辛集组底部含石煤层之下见25米之棕红色泥岩，可能属罗圈组地层，与下伏青白口系与上覆寒武系均应呈假整合接触。

周参6井下寒武统（辛集组、馒头组）的岩性剖面也较特殊，较华北地台内部及淮南地区下寒武统的地层颜色要暗。华北地台下寒武统地层岩性变化不大，占地理面貌为大面积的陆表海，岩性基本为灰色泥灰岩，泥质白云岩和紫红色泥页岩，豫西及淮南下寒武统下部发育一些紫红色砂岩，而周参6井却全为灰色的泥质白云岩、石灰岩和钙质泥岩。造成这种与其它地区岩性不同的原因初步研究认为：寒武纪时华北地台的海侵方向主要来自南部的秦岭海槽和东南方向的下扬子海（根据华北地台与下扬子地台的古生物和地层对比情况认为两地在寒武纪有时候水体是相通的），下寒武统地层由南向北厚度减薄，层位变新。这样周参6井处于相对较深的水体，较华北地台内下寒武统地层岩性变细，颜色变暗。但与周参6井同纬度的固始和淮南一带下寒武统地层的岩性较粗且夹紫红色地层，固始四十里长山及合深1井下寒武统地层中夹不少浅水半氧化环境下形成的紫红色泥岩以及地层厚度较薄，说明在原瓦埠弧形半岛处仍存在一水下隆起，至中、晚寒武世时已消失，因为中、上寒武统在半岛周围未找到明显边缘相沉积，且在原半岛两侧的寒武系地层岩性、厚度均没有大的差异。周参6井于早寒武世仍继续处于坳陷相对较深的构造部位，故沉积了一套还原条件下的灰—深灰色碳酸盐岩。

至中、晚寒武世以后，周参6井与周缘以至华北地台内部均为大面积陆表海环境下的沉积物，无论从岩性，厚度等方面均变化不大。

第三节　初步认识与评价

从以上论述可知，豫东南地区从青白口纪—早寒武世均处于较有利生油气之相带，周参6井已揭露下寒武—青白口系暗色碳酸盐岩，泥页岩已近1200米，且尚未变质。另外，根据与固始剖面和风深1井对比，周参6井完钻层位以下，青白口系还有三个组（寿县组、刘老碑组、八公山组）近1500余米地层尚未完全揭露，其中刘老碑组在固始剖面厚1200米以上，大部分为灰绿、黄绿色页岩夹泥灰岩、石灰岩，井下则颜色变深为灰色（风深1井），因此该组地层也应是较有利的生油气层段。根据剖面变化趋势，周参6井地区纵向上青白口系—下寒武统暗色碳酸盐岩、泥页岩厚度推测近1500米左右。

生油指标分析，下寒武统碳酸盐岩平均有机碳含量为0.243%（45个样），青白口系碳酸盐岩平均有机碳含量为0.155%（10个样），均达到碳酸盐岩生油岩标准（标准>0.1%）。虽然有机碳含量从数值上看并不高，但应考虑到下寒武—青白口纪有机碳来源主要为藻类、腕足类、等海生低等动、植物，其成分主要以蛋白质、类脂类化合物为主，所以原转化的烃类应较多。但碳酸盐岩在成岩作用早期形成的烃类时代较早，容易逸散，使总的有机含量少。氯仿沥青“A”含量下寒武系为0.0052%（六块样），青白口系为0.0059%（十二块样），未达到碳酸盐岩生油岩指标（标准为0.01%），这是因为青白口纪和下寒武世经历了较长的地质历史时期（距今10亿年～5.7亿年），生油岩的成熟度较高，热解色谱分析热解温度一般为480～520℃，有机质处于热演化的第三阶段，即热裂解成凝析油—湿气阶

段。因此，这些条件可能是氯仿沥青"A"的含量降低的原因。

从青白口纪和下寒武世岩相古地理略图（图7–2）可看出，有利于生油气相带纵向上叠合得比较好，平面分布上又有一定的面积（青白口系10000平方千米，下寒武统7000平方千米），因此，仍具备生油气的物质基础。且青白口系—寒武系地层中含叠层石白云岩、鲕灰岩、竹叶状灰岩、角砾状白云岩等，具备储集空间的岩性段较发育，厚度亦不小，储集层并不缺乏，因此，这套地层可作为河南东部一个新的油气勘探领域。但由于该区位于地台边缘，受多期构造运动的改造，断裂、构造十分复杂，地层热演化史也更为复杂，比上古生界的勘探难度还要大，而且目前上元古界下部地层尚未揭露完全，下部地层发育情况、保存情况及分布情况还缺乏充足的资料，有待今后进一步勘探及更深入的研究，作出进一步的远景评价。

第八章 河南其它中、小型盆地

前面章节描述的南襄盆地（泌阳、南阳凹陷）、周口坳陷属勘探重点地区，勘探程度相对较高，多种原始资料及专题研究资料成果较丰富，为本分册重点描述部分。1984年后，全面开展河南中、小型盆地勘探工作的阶段基本上告一段落。由于陇海线以北的河南沉积盆地划归中原油田勘探范围，河南油田的区域勘探范围主要为河南省陇海线以南的各沉积盆地，这些盆地（除前面所述）勘探程度较低，资料及研究成果比较少，作为石油勘探的后备地区，本章根据边缘出露的地层剖面、多种物探资料及浅井资料等，依顺序对桐柏、信阳、临汝、洛阳、板桥的中、小型盆地，作较概略地分节描述。

第一节 桐柏盆地

一、概况

桐柏盆地（也称吴城盆地）位于河南省南部桐柏县境内，西起桐柏县，东止固县镇，北临下万冲一带，南以桐柏山脉为界，与湖北省相邻，东西长23公里，南北宽14公里，面积265平方千米（图8-1）。它是一个发育在秦岭褶皱带东南段的山间断陷盆地。盆地南深北

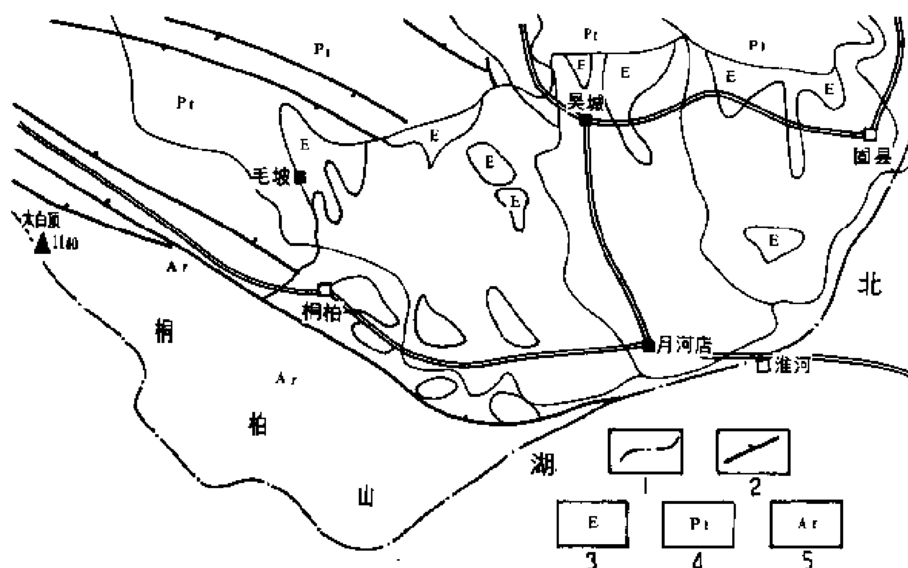


图8-1 桐柏盆地位置图

1—省界；2—断层；3—下第三系露头；4—元古界露头；5—太古界露头

浅不对称呈椭圆形，其内大部为第四系覆盖。经浅井钻探及结合重力资料证实，下第三系是盆地内主要沉积物，预计最厚达 3000 多米，于盆地北部斜坡泉水庄、李士沟等地均已出露，围绕南部沉积中心呈弧形分布，由北向南地层层序由老变新，上第三系仅分布于盆地南部，厚约 200 余米。盆地基底为元古界。

1955 年以来，原中南地质局 486 队和河南省地质局第 12 队以找油页岩为目的作过 1／5 万地质测量，局部作过 1／1 万或 1／2 千地形地质测量，钻浅井 60 余口（大部集中北—东北部），进尺 1.338 万米；1966 年完成 1／20 万区域地质测量；1971 年五七油田（江汉油田）四分部亦进行过油页岩调查；1972 年河南省地质第 12 队为找天然碱作过大量工作，钻浅井 46 口，进尺 3.98 万米。此外盆地内还完成了 1／20 万重磁力普查和局部 1／5 万电法详查。

通过上述勘探工作，已在盆地中部偏北位置探明吴城天然碱矿（储量为 9.15 千万吨），并在北部发现十分发育的油页岩矿层 120 余层。

二、地层

盆地基底：为中元古界信阳群—苏家河群变质岩系，岩性主要为斜长角闪片麻岩、黑云斜长片麻岩、角闪片岩、石英片岩、二长混合片麻岩，次为石英岩及大理岩，出露于盆地周缘。

依据古生物资料、岩性、岩相和沉积旋回的综合分析，可将盆地内的下第三系（吴城群）由老至新划分为：毛家坡组、李士沟组、五里堆组及大张庄组。分述如下（图 8–2）：

1.毛家坡组

出露于盆地北缘，不整合于元古界之上。主要岩性：下部为棕红、紫红色砾岩；上部为紫红、棕红色泥质粉砂岩、砂质泥岩夹透镜状含砾粗砂岩及砂砾岩。自下而上为由粗变细的正旋回，属洪积和山麓堆积相，为盆地形成时期的快速沉积产物，厚为 32～530 米。本组产脊椎动物化石：*Sinohadrianus* sp 中国陆龟，*Deperella* sp 戴氏貘（未定种）。

2.李士沟组

整合在毛家坡组之上，盆地北部已有出露。主要岩性：下部为灰黄、黄绿色粉细砂岩、含砾砂岩、砂砾岩；上部为灰绿、灰黄、黄绿色细砂—中砂岩、灰色砂质泥岩夹劣质油页岩及泥质白云岩，夹>0.5 米油页岩 20～40 层。纵向剖面岩性下粗上细，横向上由盆地边缘向中心逐渐变细，油页岩层数增多。厚 295～580 米，属河流—湖泊相沉积，环境趋于温和、潮湿及较稳定，富含生物化石。

脊椎动物化石主要有：*Chelonia* 龟鳖目，*Yuomys* sp. nov. 豫鼠属（新种）*Hyracodontidae* gen. et sp. nov. 跑犀科（新属新种），*Lushiamynodon* sp. nov. 卢氏两栖犀（新种），*Sianodon* sp. nov. 西安犀（新种），*Forstercoperia* sp.nov. 柯氏犀（新种），*Lophialetidae* gen. et sp. nov. 脊貘科（新属新种），*Deperetella* sp. nov 戴氏貘（新种），*Eomoropus* sp. 始爪兽（未定种），*Osteochilus linliensis* 临澧骨唇鱼等。

植物化石：*Zelkova* sp. 榉（未定种），*Ponulus* sp.杨（未定种）。

介形类化石：*Cyprois zhanggangensis* 张港柔星介，*Cyprois qianjiangensis* 潜江柔星介，*Cyprois* sp. 柔星介（未定种），*Cyprinotus capacious* 广阔美星介，*Cyprinotus* cf. *formalis* 正形美星介（近似种），*Cyprinotus* aff.*beljaerskyi* 别林斯基美星介（亲近种），*Cyprinotus* aff. *gregarius* 普通美星介（亲近种），*Eucypris stagnlis* 沼真星介，

地层					厚度(m)	颜色	岩性剖面	沉积相	岩性简述	剖面
界	系	统	群	组						
新生界	N				200	5 15		河流平原相	棕黄色砂岩、杂色砾岩	
	下第三系	上始新统	吴城群	大张庄组	300	5 9 14 9 11		浅滨湖相	灰黄、黄绿色泥岩、粉砂质泥岩、劣质油页岩、灰色细砂岩	胡老庄
				五里堆组	540～850	13 14 13 9 13 9 13		淡水—咸水湖泊相	灰、深灰色泥岩、泥质白云岩、油页岩、天然碱层、盐膏层、夹粉砂岩及含油粉砂岩	拐沟、罗庄、五里墩、新庄
				李士沟组	255～580	5 14 5 14 5 14 13 14 5 11		河流、湖泊相	黄绿色粉细砂岩、含砾砂岩、砂砾岩夹油页岩及泥质白云岩	李士沟
				毛家坡组	32～530	11 1 11 1 3 1		洪积、山麓堆积相	棕红、紫红色泥岩、泥质粉砂岩、细砂岩及砾状砂岩	毛家坡
中元古界						2			片岩、花岗片麻岩	盆地周缘

图 8-2 桐柏盆地下第三系吴城群综合柱状图

Eucypris aff. *wutuensis* 五图真星介（亲近种），*Cypria sinuata* 弯丽星介，*Herpetocypris* sp 爬星介（未定种）等。

3.五里堆组

出露于吴城拐沟、罗庄、五里墩、新庄一带，盆地中部、北部浅层多已揭露。主要岩性：下段灰色、深灰色泥岩、泥质白云岩、油页岩、天然碱层、含盐天然碱层组成多韵律层，夹粉砂岩、含油粉砂岩条带，为盆地主要含碱矿层段，夹>0.1米天然固体碱层或盐碱层60余层，>0.5米的油页岩共43层。本组底部以薄层砂砾岩与下伏李士沟组分界，为整合接触；上段为灰色粉砂质泥岩、油页岩、夹含油粉砂岩，见>0.5米油页岩32层，不含碱矿层。厚度为340～850米。是淡水湖—咸水湖泊环境交替沉积相，为本盆地主要勘探目的层。沉积韵律反映出水体环境的咸淡交替变化。本组含有丰富的化石。

脊椎动物化石：Cf. *Lushiamynodon* sp. 似卢氏两楼犀，*Amynodontidae* gen et sp nov 两楼犀（新属新种），*Juxia* spp. nov. 原巨犀，Forstercoperiinae indet 柯氏犀（种属未定）。

腹足类化石：*Hippeutis* cf *luminosa* 光亮圆扁旋螺（近似种），*Australorbis pseudoammonius huanghoensis* 假菊石型南方园螺黄河亚种，*Planorbis* sp 扁卷螺（未定种）。

瓣鳃类：*Eupera sinensis* 中华环蚬。

介形类：*Cyprois zhanggangensis* 张港柔星介，*Cyprois qianjiangensis* 潜江柔星介，*Cyprois speciosus* 威严美星介，*Cyprois formalis* 正形美星介，*Cyprois cingalensis* 锡兰美星介，*Cypris decaryi* 德卡里金星介，*Eucypris glabra* 光滑真星介，*Herpetocypris* sp. 爬星介（未定种）。

昆虫化石：*Coleoptera* 鞘翅类。

植物化石：*Palibinia pinnatifida* 裂羽帕里宾，*Palibina korowinii* 克罗允帕里宾，*Grevillea densifolia* 密齿银桦，*Zeilkova llngeri* 翁格尔榉，*Cercidiphyllum elongatum* 长叶连香树，*Xanthoxyllum* 花椒（未定种）。

在拐沟剖面和吴城碱矿采1井、采3井分析见到孢粉化石：

①裸子植物花粉含量较高，其中松科 *Pinaceae*、麻黄属 *Ephedra* 为主要成分，杉科 *Taxodiaceae* 含量较低，一般在5%以下。

②被子植物主要成分是榆属 *Ulmus*，栎属 *Qercus*，喜热植物及温带花粉常见。

③蕨类植物孢子占5～10%。

4.大张庄组

在盆地北部胡老庄一带出露，盆地中部浅井已揭露，主要岩性：灰黄、灰绿色粉砂质泥岩夹劣质油页岩1～4层，厚300米，为浅湖—滨湖相沉积。该组仅见少量介形类化石：*Cyprosi* sp. 柔星介（未定种），*Cypris* sp.金星介（未定种），*Eucypris* sp. 真星介（未定种）。

综上所述，桐柏盆地的下第三系含有丰富的古生物化石，其时代为晚始新世，特别是李士沟—五里堆组，化石组合特征明显，脊椎动物以犀、龟、鱼类的组合；介形虫以美星介、真星介、玻璃介、湖花介组合可与江汉盆地潜江组、南襄盆地核桃园组对比。

上第三系：主要分布在盆地中南部、以角度不整合于下第三系之上。岩性上部为棕黄色砂岩、砂质泥岩，下部为杂色砾岩、砂砾岩。厚为200米。

三、构造

桐柏盆地的区域构造背景与南襄盆地南阳凹陷、泌阳凹陷相似，处于华北地台南部，秦岭褶皱带东南段。基底为中元古界信阳群—苏家河群片岩、片麻岩，变质较深，且伴有多次火山活动，褶皱强烈，断裂复杂，其区域构造线为北西向为主，内乡—桐柏断裂带向东南沿伸部分，控制了该盆地南部边界。燕山运动末期—喜山运动期，较强的断裂运动促使北西向断裂活化，并与北东向后期断裂相交，形成了似扇形箕状断陷盆地，沉积了厚度较大的早第三纪地层。喜山运动后期使得盆地有所抬升，遭受一定程度的剥蚀，最后形成坳陷，在南部沉积有厚度不大的上第三系，结束了盆地沉积的历史。

由于盆地面积小（只有 265 平方千米），盆地内构造简单，根据北缘露头资料，下第三系呈弧形向南部倾斜，倾角一般 10～20°，较为平缓南倾。据多波段卫星影象及重、磁资料分析，盆地南部及东南与老山为大断层接触，其沉降中心偏南，靠近南界大断层北侧，推测下第三系最厚近 3000 多米。该区尚未进行地震勘探，据现有其它物探和地质浅井资料，初步认为盆地内褶皱、断裂均不发育，有待进一步做工作。

四、天然碱矿及油页岩矿

1.天然碱矿

吴城天然碱矿位于吴城南偏东约 3 公里，处于盆地中部偏北的缓坡部位，矿体面积 4.66 平方千米。含矿层段属下第三系五里堆组下段，矿层埋深 642～974 米，矿层一般 25～40 层，最多达 63 层，单层厚一般 0.5～1.5 米，最厚达 4.56 米，矿层累计最厚 36.97 米。依据沉积韵律及化学组分变化，含矿段可划分为下部天然碱段和上部含盐天然碱段。

下部天然碱段矿层主要由 Na_2CO_3、$NaHCO_3$ 组成，平均含量 40～60%，NaCl 含量一般低于 0.3%；上部含盐天然碱段矿层主要由 Na_2CO_3、$NaHCO_3$ 及 NaCl 组成，含碱量一般 20～40%，NaCl 含量一般 20～60%。

储量计算：

1）起算界线：边界品位：Na_2CO_3（纯碱）17%；最低平均工业品位：$Na_2CO_3$25%；最低可采厚度：0.1 米；夹层剔除最小厚度：0.05 米；天然碱矿层：NaCl<3%。

2）计算结果：分为 B 级：井网密度 350×250 米；C 级：井网密度 500×700 米，控制程度较高；D 级：由 C 级外推储量划为 D 级，控制程度较低。

天然碱矿石总储量（B+C+D）为 9150 万吨，折合纯碱 3945 万吨，盐矿石储量 4277 万吨，折合纯盐 1691 万吨。系国内首先探明的规模较大，品位高，质量好，具有工业价值的天然碱矿床。该矿现已由桐柏县开始水溶试验采矿，已生产重质碱 1000 多吨。

2.油页岩矿

桐柏盆地下第三系具有十分发育的油页岩层，分布层位：五里堆组、李士沟组上部，还有大张庄组亦产劣质油页岩。实际资料表明，油页岩与天然碱有着密切的成因联系，油页岩之上几乎都有碱矿层沉积。盆地北部吴城河与陈留河之间地带油页岩层埋藏较浅（0～500），较富集，勘探程度高。油页岩层 124 层，可分为 11 组，总厚 40.15～66.0 米，单层一般厚 0.8～1.2 米，最厚 3.79 米，油页岩含油率一般 3～6%，高者有 7～8%。故称之为吴城油页岩矿区。

五、含油性探讨

1.生油岩主要特征

盆地内下第三系吴城群根据北部所出露和钻遇的地层资料，按最大的厚度相加，总厚度

为2260米，从底部毛家坡组，至顶部大张庄组，组成了完整的沉积旋回，其中五里堆组为湖盆稳定沉降发育期较深湖相沉积产物，生油层最为发育，根据北部泉水庄、捞沟露头及桐一井剖面，灰—深灰色泥岩占整个剖面61.8～87.5%，油页岩占7.2～13.0%。其中，最厚的桐一井剖面，五里堆组厚829.5米，其中暗色泥岩生油层厚684.9米，油页岩厚13.0米，两种生油岩一共占整个剖面95.6%。根据北部三口钻孔资料（采1、3、桐13井），20个生油样分析结果，有机质丰度较高，有机碳（C）平均为2.13%，氯仿沥青"A"平均为0.4262%，属好生油岩。根据北部露头区的岩性特征及浅井资料，可以看出有利生油岩分布有两个特征：①北部靠盆地长期抬升边缘部分，暗色泥岩、油页岩及碱层仍稳定分布，五里堆组湖盆边缘相不明显，可能抬升后受剥蚀，与泌阳凹陷相似，原沉积湖盆面积更为广泛；②桐柏盆地面积虽小（只有256平方千米）生油岩厚度较大，南部沉积中心可能达1500～2000米以上，而且基本上全盆地均有分布。根据北部分析资料表明，五里堆组OEP值为2左右，镜质体反射率为0.2%，属不成熟生油岩，这是由于北部地层埋藏较浅，未达成熟门限深度。但南部地层厚度不但很快增加，地层埋深也急剧增加，情况变为对生油极为有利。但南部资料尚少，有待今后进一步做工作。

2.油气显示情况

目前为止，北部地面露头尚未发现油、气显示，仅在碱矿钻探取芯时，个别井见较好含油砂岩。二采区采3井取芯时，于井段680.15～827.61米，进尺147.46米，芯长128.64米，平均收获率87.24%。其中夹有含油粉砂岩条带103层，累计厚9.46米，其中单层最厚为58厘米，最薄仅1.2厘米，一般5～15厘米，平均厚9.19厘米。据观察，含油粉砂岩条带含油较均匀、饱满，颜色多为褐色，含油级别可定为油斑—油浸。此外在桐1井多处见薄层含油粉砂质泥岩。这些证明了该盆地下第三系有油气生成、运移过程，若南部深凹陷处存在有利的圈闭，有可能形成油藏。且南部近大断层边缘活动带，断裂陡带有可能形成不同类型的冲积堆或冲积扇砂岩体，储集层相对较发育，形成各类圈闭的地质条件较优越。

3.储集层发育情况

根据北部剖面，下第三系吴城群五里堆组生油层最发育，生油岩（包括油页岩）占整个剖面90%以上，上覆层大张组及下伏层李士沟组砂岩比例显著增加，占整个剖面50～71.9%。李士沟组的砂岩，于盆地西北部泉水庄剖面及东北部李士沟剖面取重矿样，分析结果稳定矿物与非稳定矿物成分差异较大。泉水庄剖面砂岩重矿以绿帘石（非稳定矿物）含量特高，可达56.4%，其它稳定矿物为低值：锆石3.57%、石榴子石6.4%、磁铁矿14.67%的组合特征；李士沟剖面砂岩重矿成分组合特征则相反，稳定矿物相对含量较高：锆石8.63～12.8%、石榴子石19.64～22.85%、磁铁矿28.42～36.34%；非稳定矿物含量低，绿帘石5.48～9.63%，但角闪石含量较高。上述反映出两种不同类型特点的矿物组合，它们的差异受两种主要因素的控制：一是附近的母岩类型；二是主要物源搬运方向和距离。由于西北部泉水庄剖面砂岩不稳定矿物含量很高，近源特征较明显，盆地西北部可能有一个主要物源。砂岩物性，由地面采样分析结果值较高，连通孔隙度可达23.33～27.36%。

南部覆盖区，由于未上地震及未钻探，缺乏第一性资料，但从盆地的构造位置及控制因素与泌阳凹陷相似，因此有相似的地质发育史，有相似的盆地形态及沉积产物，预计也有相似的生、储、盖组合模式，有希望找到小型油田。

六、初步评价

由于桐柏凹陷与泌阳凹陷各种地质条件很相似，因此，在第一性资料较欠缺情况下，我

们采用类比法，对其远景资源量作初步预计。主要考虑生油条件、储集条件、圈闭条件及保存条件等四个方面的因素，以泌阳凹陷为基础，取类比系数或比值后，将泌阳凹陷资源量乘以这些值以求得该凹陷初步预计资源量。结合上述因素，相比之下考虑桐柏盆地面积较小、第一性资料欠缺及北部地层出露较多，三个主要方面条件较差，因此泌阳凹陷的某一因素多数为 1 时，桐柏盆地则取 0.8～0.7。

*1.*生油条件

两个沉积盆地生油岩含有机质丰度相当，泌阳凹陷生油岩总体积为 2100 立方千米，桐柏盆地总体积约 397 立方千米，两者比值为 1／5.3。由于桐柏盆地生油岩成熟条件不清，因此，设泌阳凹陷生油条件系数为 1 时，将桐柏盆地的生油条件系数取为 1／5.3×0.8＝0.1509。

*2.*储集条件

二者沉积特征一致，故储集条件相当，但桐柏盆地尚属推测，储集系数为 0.8。

*3.*圈闭条件

同上取系数 0.8。

*4.*保存条件

桐柏盆地部分地层在其北部已出露，遭到一定程度剥蚀，故保存条件较差系数定为 0.7.

将上述 4 个系数相乘，即得到桐柏盆地相当泌阳凹陷的油气资源的 1／12～1／15。桐柏盆地初步预计有希望找到油气资源量约 1350～1650 万吨。

桐柏盆地油气资源分布应在保存条件较好的中部和南部，依据上述推测，该盆地可能找到相当泌阳凹陷安棚油田、赵凹油田规模的小型油田。另外，该区地形平坦，交通方便，距石油基地很近（约 100 公里），便于勘探，且找到油田后亦可较快建成产能。因此，河南石油勘探局正准备抽调部分勘探力量在该盆地开展石油勘探。

第二节　信阳盆地

一、概况

信阳盆地位于河南省东南部信阳地区及驻马店地区西部（图 8-3），横跨信阳、罗山、光山、璜川、固始及正阳等县，面积约 7000 平方千米，西邻桐柏山麓，南邻大别山麓，形成西、南部高，北、东部低的地势，形成一系列由南西—北东向淮河流域水系，由西—东有狮河、竹竿河、寨河、潢河、白露河等淮河支流，横穿盆地。大别山麓最高海拔为 1101 米，一般为 800～500 米，山麓北侧盆地主体为第四纪冲积平原，最低海拔 30 米左右。区内气候温和，历年平均气温 14～15℃，年平均降水量 1000～1200 毫米。

构造位置处于秦岭褶皱带东部延伸部分，北部与华北地台相邻，靠长山隆起，南抵大别山褶皱带，西接桐柏山隆起，东与安徽境内合肥凹陷相连，属走向为近东—西向的中、新界山间断陷盆地，沉积厚度最大可达 6000～7000 米。

该盆地地质勘探工作于 1956 年开始，陆续有地质部物探队、河南省地质局物探队、华北石油普查大队、石油工业部西安地调处等勘探单位，分别以找油、找煤、盐、碱等矿为目的，开展了多种区域概查和普查的勘探工作，至 1977 年先后完成全区 1：100 万及 1：20 万航磁概查和普查，1：20 万及 1：5 万重力普查和详查，1：20 万盆地边缘露头地质填图和油

苗调查。还有，河南省地质局第十队、第十二队共钻浅井17口，最大井深839.39米。

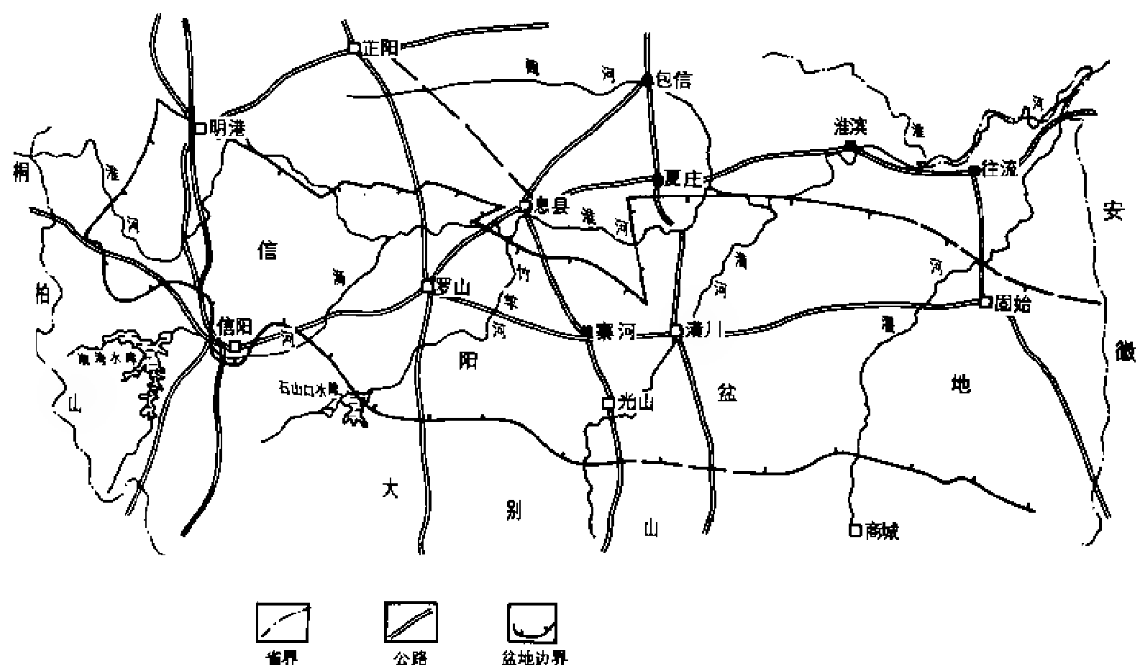


图8-3 信阳盆地地理位置图

1978年，河南石油勘探局在该盆地投入了一定的工作量，在盆地南部、西部进行野外地质剖面的观察和采样。地震勘探以西部为主，投入三个队年，完成六次覆盖剖面九条，长233.2公里，1978年11月开始钻参数井（信参1井），1979年3月底完钻，井深2325.61米，取得了钻井地质、地震速度测井和地球物理测井资料。信参1井化验分析样品共262个，其中薄片30个；重矿43个；介形虫、轮藻108个；孢粉71个；生油10个。

经勘探后，只在古生界石炭系发现煤层。至于石油勘探，由于地质情况复杂，尚未取得突破，目前仍处于区域勘探的侦察阶段。

二、地层

信阳盆地地层出露区主要在南部地区大别山麓，从盆地南部河南与湖北省交界处，向北盆地内地层层序从老至新，向盆内倾伏。基岩为中元古界红安群（Pt_2h）、苏家河群（Pt_2s）、信阳群（Pt_2x）及二郎坪群（Pt_2e），主要岩性为黑云石英片岩、黑云二长片麻岩、黑云变粒岩、细碧岩及变角斑岩。由于断层作用局部出露太古界秦岭群片麻岩。靠外缘见大片燕山期花岗岩侵入体。中元古界基岩之上，下古生界石炭系、中生界上侏罗统一下白垩统及上白垩统一第三系地层较发育，以下将各系、组沉积岩由老至新作进一步描述。

1.下古生界石炭系（C）

石炭系主要分布于信阳盆地东南部商城县以东狮子口、杨山、双石头一带；以西的汪桥、钟铺一带，出露较全，最大总厚度达7401米，从下至上划分为三个统六个组：下统（C_1）包括花园墙组（C_1h），厚度560～800米；杨山组（C_1y），厚度1175米。中统（C_2）包括道人冲组（C_2d），厚度1364米；胡油坊组（C_2），厚度425～2092米。上统（C_3）包括杨小庄组（C_3y），厚度1539米；双石头组（C_3s），厚度310～431米。各统、组的主要岩

性和所产化石于本志第三章第一节四部分已作详述。北秦岭分区石炭系沉积类型独特，层位全，沉积连续，厚度大，为碎屑岩沉积建造，属陆间冒地槽型晚期含煤建造，主要含煤层系为石炭系下统杨山组，煤层为薄夹层，层数较多共 22 层，砂岩岩性细为粉砂岩，含钙质。由于海西末期—印支期地槽经受强烈的褶皱隆起，结束地槽发育史，使石炭系发生轻微变质，泥岩的板岩化现象明显。上覆层缺失二叠系、三叠系及侏罗系下统，使石炭系与侏罗系上统呈不整合接触。

2.侏罗系中、上统（J_2—J_3）

中侏罗统朱集组（J_2z）及上侏罗统段集组（J_3d）及金刚台组（J_3j），主要出露于信阳盆地南部至东部商城地区，段集组厚 1448～2803 米，金刚台组厚 2583～5239 米，两者不整合于朱集组（厚 1393～2200 米）之上，并向上延伸入安徽境内六安一带，相当于该地区毛坦厂组及黑石渡组，各组主要岩性见第三章第一节。

3.白垩系（K）

(1) 下统陈棚组（K_1C）与下伏上侏罗统呈角度不整合　分布于大别山北麓，信阳游河以东，呈近东西向带状延伸，主要岩性为一套陆相中酸性火山角砾岩、集块岩、熔接凝灰岩及凝灰岩、凝灰质砂岩等组成，中、上部含沸石、珍珠岩及膨润土等矿层。并为白垩系上统周家湾组不整合所覆盖。厚度为 306～1200 米。

本组化石较少，仅见 *Eosestheria* aff. *middendorfii* 米氏东方叶肢介（亲近种）及 *E.ssp.*等东方叶肢介。延伸至安徽相当层位为白大坂组（K_2b）。

(2) 上统周家湾组（K_2z）　分布于信阳游河—商城一带，主要岩性：下部紫红色巨厚层砾岩或角砾岩，砂砾岩夹粉砂岩，粉砂质泥岩；上部红褐色砾岩，含砾粗砂岩，粉、细砂岩，砂质泥岩。厚为 252～1366 米。含恐龙蛋皮化石：*Elongatoo lithus andrewsi* 安氏长形蛋，*E.elongatus* 长形蛋。

信阳盆地西部罗山凹陷，于 1979 年打了一口参数井（信参 1 井），在井深 1968～2325.61 米（未穿，钻厚 357.61 米），揭露上白垩统（K_2）地层，主要岩性：红棕、暗紫、紫红色砾岩、角砾岩夹砾砂质泥岩及含砾泥质砂岩。砾石成份为花岗斑岩、石英岩、花岗片麻岩及云母片岩。砾径大小不一，岩性与地面露头相似。

4.下第三系（中、上始新统）（E_2^{2-3}）

李庄组（E_2^{2-3}）：主要分布于该盆地平昌关—罗山凹陷，分布零星。主要岩性为棕红色粉砂岩、泥岩、钙质细砂岩夹砂砾岩、含砾砂岩，属河流—滨湖相沉积，与下伏上白垩统周家湾组呈不整合接触。厚度为 2202 米。本组中部含脊椎动物化石：*lophialetidae* gen et sp. nov. 脊貘（新属新种），*Gobihyus orientalis* 戈壁猪形兽，*Yuomys cavioides Li* 似豚鼠豫鼠，*Dichobunidae indet* 双锥齿兽亚科，*Yuomys sp. nov.* 豫鼠（新种），*Hyracodontidae* gen et sp. nov. 跑犀科（新属新种），*Anosteria* sp. 无盾龟及 *Brontotheriidae* 雷兽科等，本组含孢粉以裸子植物花粉为主，其中松科花粉较多 34.3%，次为杉科粉 17%，麻黄粉 11.5%，及一些无口器粉；被子植物花粉仅占 25.9%，以榆、栎两属为主的多科属，并出现些草本植物花粉；蕨类孢子少量，有瘤纹孢、三角孢、槐叶萍孢等。从脊椎动物化石看为晚始新世化石较多，但孢粉组合为晚始新—渐新世。上第三系以不整合覆于该组地层及中生界之上。

5.上第三系（N）

上第三系尹庄组（N_2y），盆地内多数钻孔均见。主要岩性为灰绿色、黄绿色、紫红

色，褐色粘土层夹薄层灰白色粉砂岩，细砂岩，底部为砂砾岩。厚度为0～600米。

三、构造

1.构造背景及发展简史

信阳盆地处于北秦岭褶皱带东部以北，北部紧邻华北地台区。主要断裂带有两组走向，一组为近东西向的古老断裂带。主要特点，发生时代早，活动时期长，是盆地的形成、发展及分布范围和走向的主要控制因素，如盆地北缘为栾川—固始断裂带向东南的延伸部分（明港—固始断裂），属华北地台与秦岭褶皱带两大构造单元的交界处；南缘内乡—桐柏断裂带，属南、北秦岭分界线，它是由信阳—洪范、吴城—高柏店，桐柏—商城等断裂组成（上述断层于第三章第四部分已描述）。另一组断裂走向为北东向，属后期断裂，如古城—枣店、息县断裂等，主要发育为燕山—喜山期，对盆地内次一级隆起和凹陷的形成，起着主要控制作用。盆地地质发展过程综述如下：

下元古界沉积以后，经过中条（吕梁）运动，促使这套地层发生深度变质，形成了本区的古老基底。同时形成东西向构造带的雏形，控制着中、上元古界的沉积，北部长山隆起一带为地台型碳酸岩盐和碎屑岩沉积。滦川、固始断裂以南，大别山一带为地槽型的碎屑岩沉积。这种不同岩相反映了地台和地槽在中、晚元古代开始，出现明显构造运动差异。

少林运动使本区褶皱带回返降起，未接受下古生界沉积而北部地台区沉积了一套碳酸盐岩地层。加里东运动使本区徐徐上升为陆，遭受长期的剥蚀，缺失志留—泥盆系。石炭纪接受了巨厚（7401米）冒地槽型陆源碎屑为主的煤系地层沉积。

海西运动末期—印支运动，秦岭地槽区褶皱隆起，未接受三叠系沉积,地槽关闭。燕山运动盆地开始形成，火山活动相当活跃，形成了一套以巨砾岩和火山碎屑岩为主的侏罗及白垩系沉积。白垩系主要分布在盆地西部凹陷，喜山运动时，盆地总的是东部高西部低、东部仅薄薄地覆盖了一层下第三系，西部在平昌关和罗山凹陷，快速堆积沉积了一套红色的砂砾岩地层。

2.构造单元的划分

信阳盆地构造单元的划分主要依据：①根据重力、磁力、地震等物探资料结合钻井资料进行划分；②根据中、新生界沉积发育程度划分为次级凸起和凹陷，凹陷重力异常图为低带可达−32～−40毫伽，中、新生界沉积厚度大，可达约3000米以上；凸起则相反，重力异常为高带，中、新生界不发育，甚至为第四系直接覆盖于元古界变质岩之上；③一般以控制断层为单元划分的边界。根据上述原则可将信阳盆地划分成五个次级构造单元（两个凸起，三个凹陷）（图8−4），各单元地质情况分别概述如下：

（1）潢川固始凹陷　航磁资料反映为一较明显的正异常区。重力异常较为平缓，数值变化在−32～−40毫伽。凹陷西缘大致过潢川有一近南北向的正、负重力异常背景变化带，推测是一条断裂的反映，与西部孙铺凸起分界。凹陷内钻孔五口，仅潢1井钻遇下第三系401米，其它钻孔揭露白垩系、侏罗系最大厚度660米，尚未钻穿。说明该凹陷是以侏罗、白垩系为主的沉积凹陷。凹陷面积3180平方千米。

（2）孙铺凸起　以大林断层往西南延伸至五里店西作为罗山凹陷与孙铺凸起之分界；凸起东邻潢川固始凹陷。凸起上磁法资料以正值为主的异常交替带，重力资料反映为高值带，区内杏山出露有中、上元古界。地震测线上反映新生界沉积薄。在罗山县附近所钻罗1井，证实第四系深149.4米，往西直接与元古界接触；处于地震590测线266.5桩号西南1公里的罗106孔，在井深527米处钻遇石英正长斑岩。凸起构造面积2100平方千米。

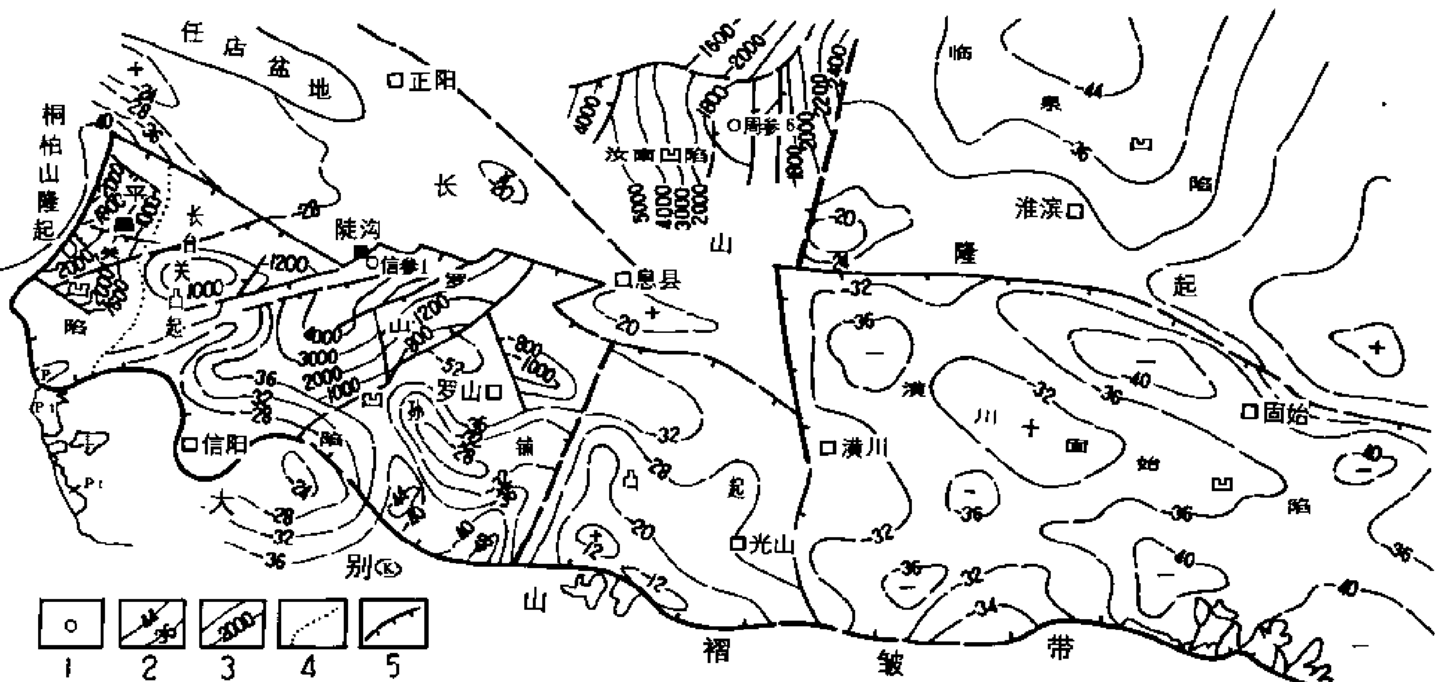


图 8-4　信阳盆地构造单元划分图

1 完钻井；2—布格重力等值线，mGal；3—Tg 反射层等深线，m；

4—构造分区线；5—盆地边界

(3) 罗山凹陷　沉积中心位于肖王乡附近，从地震资料看，下第三系—上白垩统埋藏最深4000米，但由于沉积岩性较粗，地震剖面反射波组断续的形式出现，较难追踪。信参1井钻遇地层第四系+上第三系厚520米，下第三系底界井深1968米，白垩系钻至井深2325.61米（未穿）。证实了该凹陷是以下第三系为主的沉积凹陷，但未见生油层。凹陷面积890平方千米。

(4) 长台关凸起　重力资料与地震资料均证实在平昌关和罗山凹陷间存在这个凸起。凸起上有厚度不大的下第三系。面积400平方千米。

(5) 平昌关凹陷：该凹陷北面、西面紧临古城—兰店大断层，靠近该断层为沉积中心，具较厚下第三系和上白垩统沉积，最深部位3200米，向东凹陷变浅与长台关凸起呈斜坡过渡关系。Tg层具较好的地震反射，可连续追踪，凹陷内已钻三口浅井，揭露下第三系650米，未见暗色泥质岩系。凹陷中部贠山和南部下第三系及上白垩统露出地面，岩性特征与罗山凹陷钻井剖面相似。凹陷面积430平方千米。

四、初步评价

1.生油条件

燕山运动和喜山运动时期，信阳盆地发生和发展的过程中，构造运动相对较强烈，因而形成了火山碎屑岩、巨砾岩为主的侏罗、白垩系沉积和氧化至强氧化的山麓洪积相红色碎屑岩为主的第三系沉积。如此强烈的构造运动对于形成稳定的沉积还原环境非常不利。

信参1井钻遇下第三系1448米，其中泥岩和含砾泥岩颜色均为棕红、棕、紫红、暗紫色，属于红色泥岩范围，表明该套地层在浅水氧化环境中形成。该井岩芯和岩屑一般地球化学分析结果（同井深1001～2325.61米），表明沉积环境属氧化—强氧化环境，各项指标均明显低于我国还原环境沉积岩的标准，还原环境各项值一般为：有机碳C>0.5%，铁还原系数K 0.4～0.6%，二价硫0.6～1.30%，Fe^{2+} (FeS_2) $/\sum$Fe20～50%；信参1井各项指标：有机碳0.04～0.09%，铁还原系数0.0754～0.1582，Fe^{2+} (FeS_2) $/\sum$Fe1.07～12.5%，因此，这套地层不属于生油岩的范围，不利于生油。

2.今后勘探方向的初步意见

根据目前露头及钻井所揭露岩性资料，信阳盆地中、新生界地层没有见到有利生油岩，属快速沉积的又红又粗沉积类型，因此，其本身不可能形成良好的生、储、盖组合。但是，目前在石油勘探方面的勘探程度不高，可在三个深凹陷进一步侦察，一方面进一步落实三个深凹陷中的深部位2500米以下，是否存在中、新生界生油岩；另外，根据边缘露头资料，石炭系厚度巨大，达7400多米，煤系地层杨山组（C_1y）比较发育总厚度达1175米，虽然有轻变质现象，凹陷内埋藏较深、保存条件较好，可能具生气条件，因此，可进一步做工作，以研究能否存在以中、新生界为储集层，以深部石炭系为生气层的"古生新储"类型天然气藏形成条件。

第三节　临汝盆地

临汝盆地位于河南省中西部的临汝、宝丰、郏县境内。盆地北靠箕山、南临外方山，西北有一低凸起与伊川盆地相隔，东南由平顶山凸起与襄城凹陷分开，面积约1500平方千米。

该区先后完成了1/20万区域地质测量，1/20万磁力普查和局部1/20万电法普查。

1972 年以来，河南省地质 12 队以找盐为目的作过路线调查，钻浅井 12 口。自 1980 年至 1983 年，河南石油勘探局在该盆地开展地震勘探，投入工作量三个地震队年，完成 12 次覆盖地震剖面 13 条 159.35 公里，控制面积约 350 平方千米，基本组成 2.5×5 公里概查测网。初步查明临汝盆地为一厚度不大的中、新生界沉积盆地（新生界+中、下三叠统厚度小于 3000 米）。上古生界在盆地内较发育，保存较全（厚 800～1200 米），是勘探的较有利目的层。

一、地层

盆地基地为太古界、下元古界的变质岩及中、上元古界的轻变质岩，盆地外围地区均有出露。太古界：北部称登封群（Ard）、南部称太华群（Art），均为深变质岩系，主要岩性：黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、石英片岩、混合片麻岩、混合岩等，绝对年龄值为 1952～2318 百万年。下元古界嵩山群（Pt_1Q）主要岩性：中、细粒、粗粒石英岩、绢云母石英片岩。中元古界汝阳群，主要岩性：砂、砾岩、石英砂岩、石英岩及页岩，并夹有安山玢岩及铁矿层。上元古界罗圈组，主要岩性：冰碛砾岩、含冰碛砾石砂质页岩。上述地层详见第二章第一节。分布于盆地内的基底上覆沉积岩层，从老至新分述如下：

*1.*古生界（Pz）

为华北地台型沉积，不整合于太古界及元古界之上，可划分为下古生界（Pz_1）及上古生界（Pz_2）两套地层。

(1) 下古生界（Pz_1）　仅保存寒武系、以浅海相石灰岩为主的沉积特征。

1) 寒武系（∈）：盆地周缘已有出露，厚 693～805 米，可划分为三统：

下统：辛集组（∈x）和馒头组（∈m），为薄层泥灰岩，豹皮灰岩、白云质灰岩、泥质灰岩、含磷砂岩、砂砾岩。辛集组含三叶虫：Bergeroniellus sp.（鲍格郎氏虫未定种），馒头组产三叶虫：*Redlichia* sp. 莱得利基虫（未定种）。

中统：毛庄组（$∈_2$m）：上部以石灰岩为主夹页岩；下部以砂质页岩为主夹砂岩或石灰岩。含三叶虫：*Shantungaspis aclis* 刺山东盾壳虫，*Psilotracus mantooensis* 馒头裸壳虫。

徐庄组（$∈_2$x）：上部为深灰色含泥质条带石灰岩，夹紫红、黄绿色砂质页岩；下部以紫红色砂质页岩为主，夹粉砂岩、海绿石砂岩及薄层石灰岩和鲕状灰岩。产三叶虫：*Baliella lantenoisi* 兰氏毕雷氏虫，*Honanaspis honanensis* 河南河南盾壳虫，*Anomocarella chinensis* 中华小无肩虫，*Kochaspis hsuchuangensis* 徐庄柯赫氏虫等。

张夏组（$∈_2$Zh）：以灰、深灰色厚层鲕状灰岩为主，含泥质条带，间夹致密石灰岩，局部有豆状石灰岩。产三叶虫：Peishania sp. 北山虫（未定种），*Taitzuia magna* 大型太子虫，*Lisania* sp. 李三虫（未定种）等。

上统：固山组（$∈_3$g）：灰、深灰色厚层白云岩、泥质白云质灰岩、鲕状白云质灰岩夹灰黄色薄层泥质灰岩。含三叶虫：*Drepanura premesnili* 璞氏蝙蝠虫，*Blackwelderia sinensis* 中华蝴蝶虫等。

(2) 上古生界 Pz_2　盆地内及周缘均有分布，为华北地台型沉积，具由浅海相转变为陆相碎屑岩沉积特征，假整合在寒武系之上，其厚为 800～1200 米，由南往北逐渐变厚。可划分两个系：石炭系（C）及二叠系（P）。

1) 石炭系（C）：仅有上统，缺失中统及下统。

石炭系上统（C_3）厚为 20～60 米。

太原组（C_3ty）：上部为页岩（砂质页岩、碳质页岩）、砂岩、石灰岩（燧石灰岩及燧石层）互层，夹煤线（一煤组）。下部为黄绿、灰黄、灰白色铝土页岩、铝土岩，夹透镜状赤铁矿。富含䗴类：*Pseudoschwagerina* sp. 假希瓦格䗴（未定种），*Quasifuslina* aff. *longissima* 长似纺缍䗴，*Schwagerina* sp. 希瓦格䗴（未定种）等；腕足类：*Dictyoclostus* sp. 网格长身贝（未定种），*Chonetes* sp. 戟贝（未定种）等；植物：*Annularia stellata* 星状轮叶，*Lepidodendron* sp. 鳞木（未定种）等；还有苔鲜虫、瓣鳃类等。

2）二叠系（P）：整合于石炭系之上，厚度约 800～1200 米，可划分以下四个组。

山西组（P_1^1sh）：黑色碳质页岩，灰色页岩、灰白色铝土页岩，粉砂岩。上部夹薄层中粗粒长石石英砂岩，含菱铁矿结核。可采产煤层（二煤组）1～4 层。含植物化石：*Pecopteris* sp. 栉羊齿（未定种），*Tingia carbonica* 石炭丁氏蕨等。

下石盒子组（P_1^2x）：灰黄、灰色砂质页岩，紫斑泥岩，碳质页岩，煤层及煤线，产煤 10 余层（三、四、五煤组），南部多数可采。产植物化石：*Sphenophyllum thonii minor* 小汤氏楔叶，*Lobalannularia sinensis* 中国瓣轮叶，*Emplectopteris triangularis* 三角织羊齿等。

上石盒子组（P_2^1sh）：黄绿、黄棕色砂质页岩、斑块页岩、灰色页岩、碳质页岩与黄绿、褐黄色砂岩、粉砂岩互层，构成三个主要旋回，夹煤层十层（六、七、八煤组），南部多可采。富含植物化石：*Gigantopteris nicotianaefolia* 烟叶大羽羊齿，*Lobatannularia heianensis* 平安瓣轮叶，*Sphenophyllum sino-coreanum* 中朝楔叶等。

石千峰组（P_2^2s）：按岩性可分为三段。下段为灰白、褐黄色厚层长石石英砂岩，底具砂砾岩透镜体，俗称"平顶山砂岩"；中段为紫红色砂岩、粉砂岩、页岩互层；上段为紫红、暗紫红色粉、细砂岩夹紫红色钙质页岩。

2.中生界（Mz）

本区仅分布三叠系（T），整合于二叠系石千峰组元上，厚度 179 米，可分两套地层：中、下统及上统。

（1）三叠系（T）：整合于二叠系石千峰组之上，厚为 179 米。

中统及下统—二马营群（$T_{1+2}er$）：紫红、黄绿色石英砂岩、长石砂岩、钙质粉砂岩、砂质页岩、页岩互层。

上三叠统（T_3）：盆地周缘尚未出露，盆地内深部位保存部分油房庄组下部地层。

3.新生界（Kz）

可分上、下第三系

（1）下第三系（E） 盆地内广泛分布（相当 T_1～T_7 地震反射层），厚度小于 1900 米，且在盆地西及西南部有较多出露，与中生界及其以前各时代地层均为不整合接触，按岩性组合可划分为三个组：

陈宅沟组（Ech）：紫红色铁泥质钙质砂砾岩夹砂质泥岩、页岩。盆地西部郭家凹出露厚为 413 米，以粗碎屑红色砂砾岩为主，岩性横向变化较大，推测盆地内会有所变细。

蟒川组（Em）：上部为红色砂质页岩、泥岩与灰白色砂砾岩互层；中部为红色砂质页岩夹青灰色砂岩、砾岩和炭质页岩、泥灰岩；下部为红色砂质页岩与灰色砂质页岩、砂岩互层，夹砾岩、泥岩及透镜状泥灰岩。含瓣鳃类：Corbicula sp.蓝蚬（未定种），本组厚度均变化大，在郭家凹一带最厚为 1200 余米，西南部蟒川一带厚 600 米，盆地内岩性可能变

细。

石台街组（Esh）：红色砂砾岩与粘土质页岩、泥岩及钙质砂岩呈夹层或互层。郭家凹北一带出露厚834米。

(2) 上第三系+第四系（N+Q） 广泛覆盖在各时代地层之上，厚为300～500米。上第三系下部称洛阳组（Nl），为浅红、灰黄色砂砾岩与棕红杂色砂质泥岩互层夹泥灰岩。上部为大营组（Nd），岩性是安山岩、凝灰岩。第四系主要由砂、砾层、粘土层组成。

二、构造

临汝盆地位于华北地台西南部边缘的豫西隆起带，属山间陆相断陷盆地，走向自西而东由北东东向变为北西向。目前，盆地内的石油勘探程度比较低，根据电法资料解释，盆地内可划分三个次级凹陷，沿盆地走向分布，临汝县以东为中部凹陷（纸坊凹陷），面积约200～300平方千米；南部郏县以西为南部凹陷（薛店凹陷），400多平方千米、北部凹陷面积约300平方米。（图8-5）。河南石油勘探局于盆地东部纸坊与薛庄之间，约350平方千米，完成2.5×5千米地震概查测，根据下第三系底界T_7反射层作出的等深图，证实纸坊凹陷存在，最深凹陷受北部次级大断层控制，沿断层内侧成长条状分布（图8—6），凹陷中心与电法资料解释的结果向北偏移，最大埋深约1900～2000多米。由于盆地的其它部分尚未进一步进行地震概查，次级断层及次级构造资料尚欠缺，因此，对进一步划分构造单元依据不足，有待于今后进一步工作。

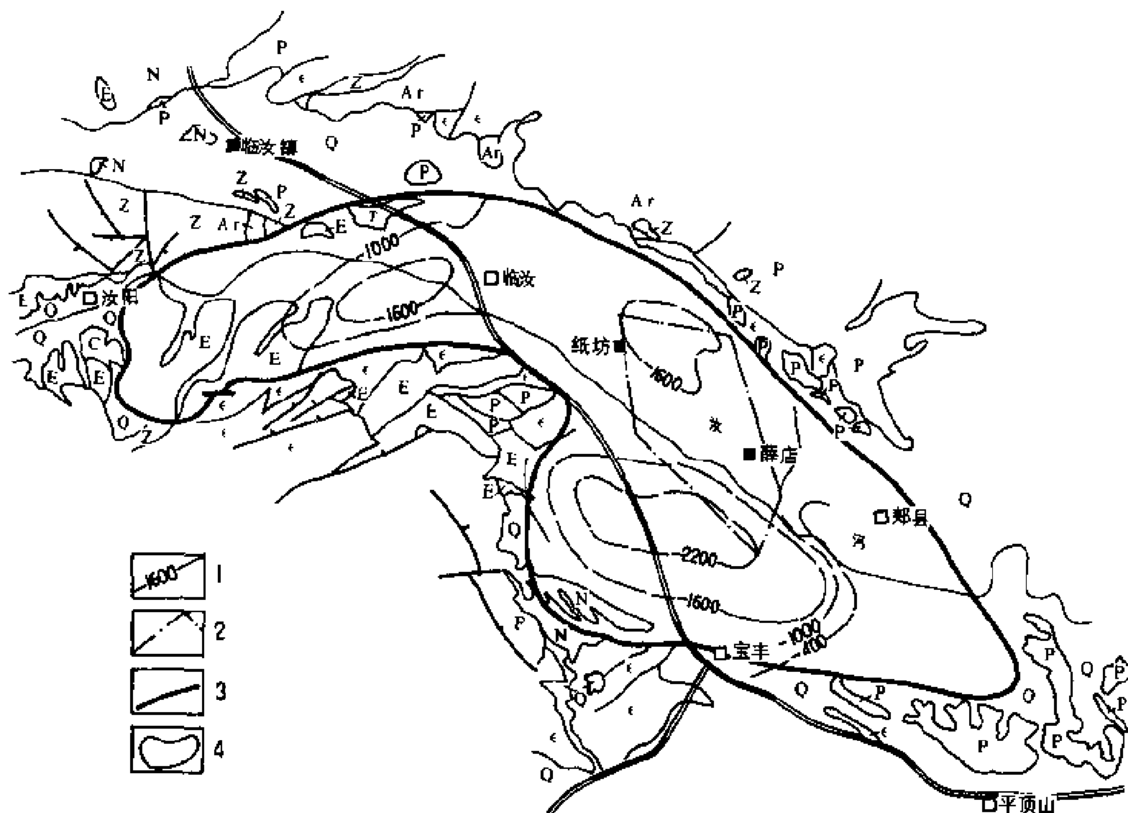


图8-5 临汝盆地构造图

1—电法等深线，m；2—地震完成工区；3—盆地边界；4—露头区

根据地震剖面的解释资料，盆地内第四系覆盖区的地层，从老至新（从下至上）大体上可划分四个明显构造层的界面。由于寒武系与元古界的界面地震反射不明显，难于划分，因

此，以寒武系顶部反射面（T_8），为第四构造层顶界。上覆层石炭、二叠—三叠系为第三构造层，厚度 800～2000 米，其顶界反射层界面为 T_7。下第三系为第二构造层（可进一步划分 T_1～T_6）较清楚反射界面，最大厚度约 1900 米，其顶部反射层界面为 T_1。最上部的构造层为上第三系及第四系，为平层反射特征，厚度为 300～500 米。

由于该盆地位于华北地台区，因此，与华北有相似的构造发展史，中元古代末期以后，进入地台形成及发展期，沉积了较厚的古生界华北地台型沉积产物，同样也缺失下石炭统、泥盆系及志留系，从整个地层剖面特征看，加里东—海西期接受了一套由浅海相向陆相转变的沉积产物，下古生界为厚层石灰岩，上古生界石炭—二叠系为一套海陆交互相的煤系地层。印支末期—燕山期处于隆起剥蚀状态，燕山末期—喜山期，断裂运动加剧形成了第三纪断陷盆地，目前资料表明第三纪蟒川组沉积期间可能形成小型生油有利沉积凹陷，相当于舞阳、襄城核桃园组。晚第三纪为盆地晚期坳陷期，形成河流平原相为主的沉积产物。

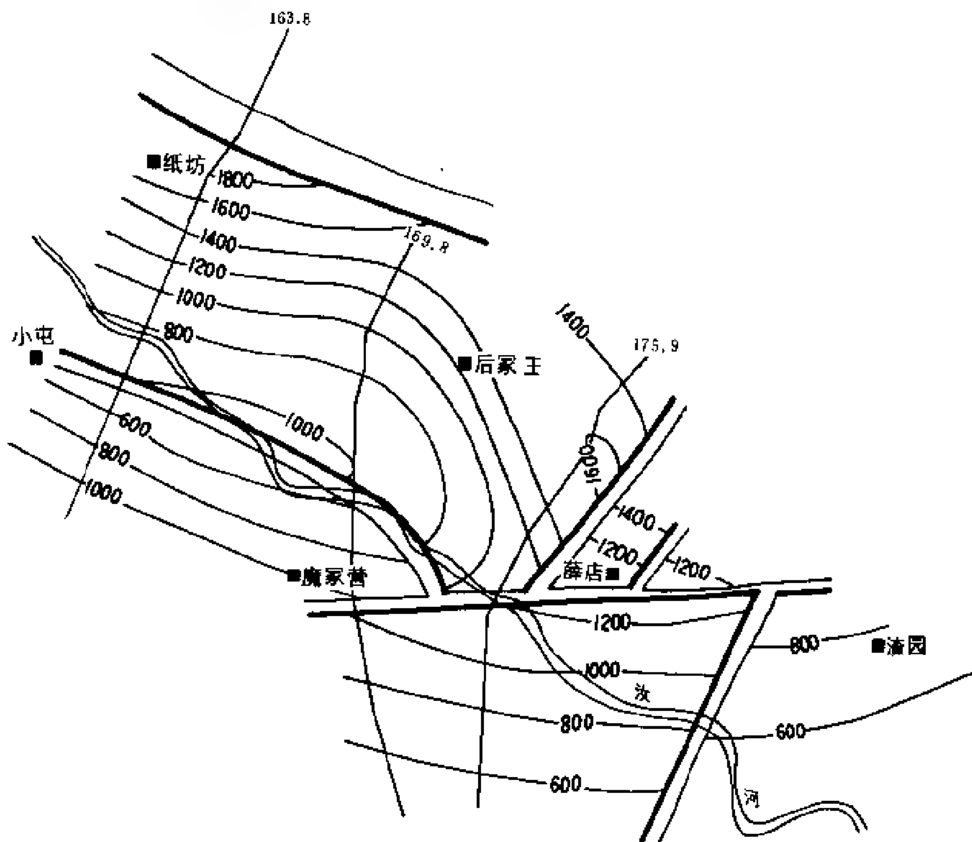


图 8–6 临汝盆地第三系底地震构造图（构造线单位 m）

三、勘探远景初步评价

根据目前的资料，下第三系厚度最大为 1900 米左右，露头区岩性主要为红色碎屑岩建造，仅中部蟒川组夹有少量暗色泥岩，预计凹陷深部位，暗色泥岩可能增多．但由于盆地内凹陷可分成三个次级的凹陷，因此，有利生油岩分布规模可能较局限，下第三系含油远景较差。本区石炭—二叠系保存较全，为滨海沼泽相及沼泽相的煤系地层沉积，暗色泥岩及煤层较发育，据盆地周缘的地层资料及钻孔资料，石炭—二叠系一般厚度约 738～800 米左右，暗色泥岩厚约 255～309 米，占泥岩剖面的 95～96%，煤层一般有 7～10 层，最多达 46 层，厚度为 10～31.5 米。暗色泥岩的地球化学指标：有机碳 C 平均值 0.776%，氯仿沥青

"A"值平均0.0234%，总烃含量168ppm，生油潜量（S_1+S_2）为0.23～2.04毫克烃／每克有机碳，镜质体反射率R_0为0.63～0.68%，最高达1.75%。煤质大部分以肥煤—肥焦煤为主，煤的镜质体反射率R_0为1.15～1.16%。暗色泥岩最高热解温度为436～492℃。综合上述指标，煤系地层已达成熟—高成熟阶段，即成油、气转化高峰期。考虑煤系地层干酪根类型同周围坳陷石炭—二叠系的类型相同，均为Ⅲ—Ⅳ型干酪根，盆地埋藏相对较深，相对保存条件较好，因此，一方面可以进一步对盆地进行更深入的调查，进一步分析研究，以确定是否存在形成以石炭—二叠系为主要的生气层，第三系为储集层的"古生新存"气藏类型，或"自生自储"的气藏类型的形成条件。另一方面，下第三系于凹陷最深部位能否形成一定规模的生油条件，也是下一步勘探中值得探索的一个领域。

第四节　洛阳盆地

一、概况

洛阳盆地位于河南省西北部，横跨五个县（偃师、新安、渑池、宜阳、洛宁县）、二个市（洛阳市、义马市）（图8—7），面积约3781平方千米。构造位置位于华北地台区，豫西隆起带，属中、新生代山间盆地，可划分三个次一级凹陷：洛阳、义马—宜阳、洛宁凹陷。大部分地区为豫西山区地带，盆地西北及西南分布有崤山、熊耳山两大山脉，大体顺盆地（北东～南西）走向分布。总的地势西南部高,海拔高度500～1114米。洛河河流分布于上述两大山脉之间，横贯盆地的南部。盆地东北部洛阳市区—偃师县一带，地势逐渐平缓，海拔高200米以下，为洛河、伊河等河流交汇口，属河流冲积平原区。

1956～1978年，原地质部九普、中南煤田公司及河南省地质第十二队等单位，以找煤为主要目的，在该盆地陆续完成了1：20万（局部地区1：10万）重力普查、1：20万区域地质测量、1：20万磁力普查及洛阳—渑池一带900平方千米的电法测量，钻了地质浅探井23口。但以找油找气为目的勘探要求来看，勘探程度仍然很低，1977～1978年河南石油勘探局对盆地进行勘探，完成1：20万～1：50万重力普查，地震概查剖面286.2千米，分别于洛宁和洛阳两个凹陷，打了两口参数井，洛参1井（井深3200米）及洛参2井（井深3371.23米）。洛参2井揭露下第三系2674米（未穿），钻达层位蟒川组，下第三系基本上为一套红色砂、泥岩剖面，仅在蟒川组上部见少量灰绿色薄层泥岩，初步探明洛阳盆地东北部的洛阳次级凹陷的较深部位，缺乏生油条件。洛参1井仅揭露下第三系石台街组砾石。洛阳盆地由于西南大部分地区为山区，开展地震工作比较困难，只有东北部的洛阳凹陷为平原区，可完成十字剖面或地震测网，其它地区只能顺洛河河沟沿路开展地震工作，地面条件很差，到目前为止，地震资料仍然不多，另外深井资料也较少，因此，对该盆地石油地质情况的描述，大部分仍以地面露头资料，结合其它物探及测井资料。

二、地层

洛阳盆地属于豫西隆起带的构造背景上，由于燕山期—喜山后期断裂运动加剧而所形成的中、新界山间断陷盆地。海西末期—印支期以后豫西隆起长期稳定抬升，盆地外围特别是西南边缘均为山区地貌，大面积出露中元古界熊耳群轻变质的火山岩及火山岩碎屑沉积系列，组成盆地基底。古生界残留部分主要出露于新安凸起以北及渑池西北部的露头区，顺该凸起走向至盆地以南宜阳一带见零星出露。中生界主要出露于盆地西北部渑池一带。新生界主要出露于盆地西南端兴华剖面，层位较全，盆地内冲沟零星有所出露，盆内浅井及河南石

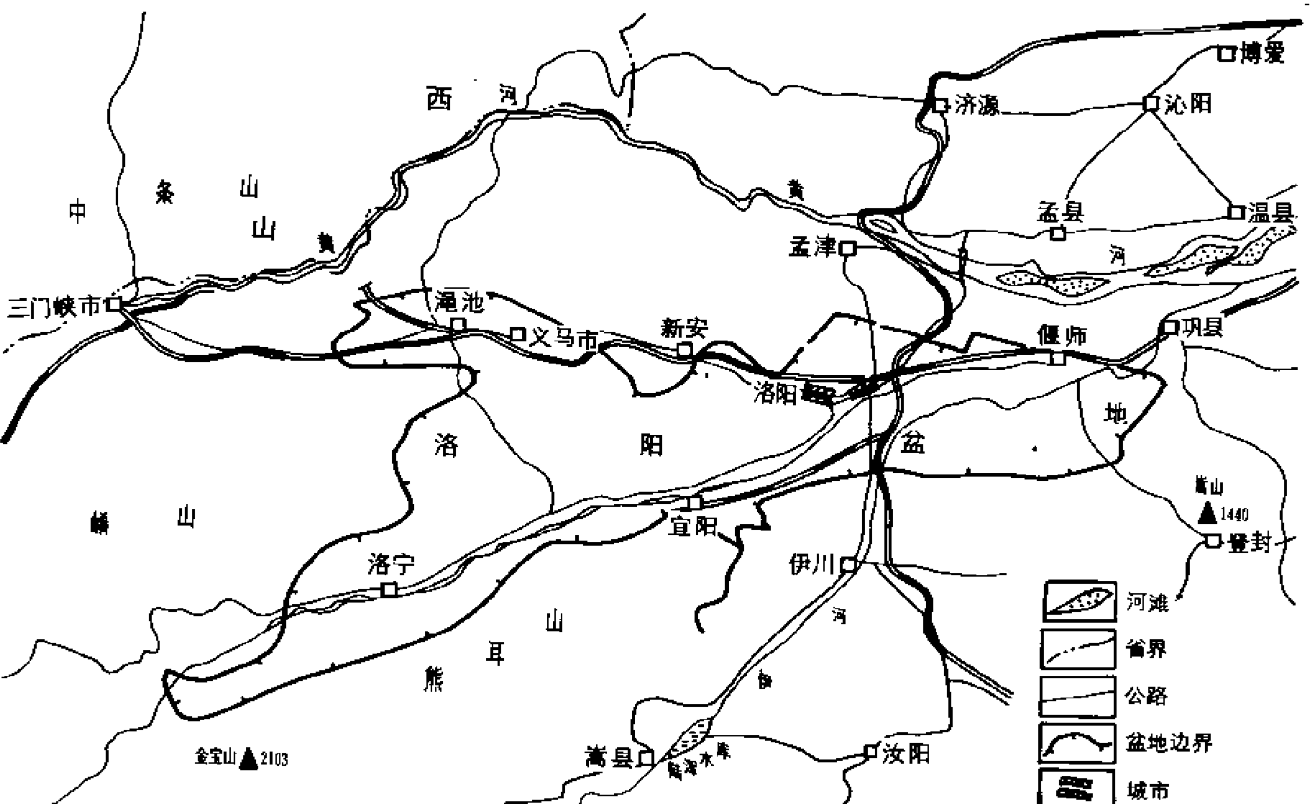


图 8-7　洛阳盆地地理位置图

油勘探局所钻的二口参数井也已钻遇。根据物探资料，盆地内中、新生界沉积厚度达 5000 ~5500 米，下第三系最大厚度 4500 米，中生界厚度 1500~3000 米。以下由老到新，将各时代地层主要特征分述如下：

1.中元古界—熊耳群（Pt_2xl）

熊耳群包括：大古石组、许出组、鸡蛋坪组、马家河组，主要岩性：灰绿、黑绿、紫红色流纹斑岩、英安斑岩、杏仁状安山玢岩、杏仁状玄武玢岩等及凝灰角砾岩、集块岩、层状凝灰岩及凝灰质砂岩。最大总厚度 7951~8000 米。反映出地台形成初期台缘带活动较强烈，火山岩及火山碎屑岩非常发育，并发现轻变质现象，与上覆古生界—新生界地层呈角度不整合。

2.古生界（Pz）

古生界与华北地台型沉积相似，对各系地层及化石简述详见第二章第二节。

(1) 寒武系（∈）　与华北地台区相似，地层较全，可进一步划分三个统九个组，以宜阳胡庙剖面较完整。

下统包括：辛集、朱砂洞、馒头组。主要岩性：上、下部为紫红色、浅黄色、浅灰—灰绿色页岩、钙质页岩；中部为灰色、灰白色灰质白云岩及白云岩。岩性三分较明显，而且三部分厚度相差不大。厚度 163.0 米。

中统包括：毛庄、徐庄、张夏组。主要岩性：灰—深灰色鲕状灰岩、鲕状白云岩及石灰岩夹紫红、浅绿色砂、泥岩，碎屑岩主要分布中下部。厚度为 283.2 米。

上统包括：崮山、长山、凤山组。主要岩性：灰色、浅灰色白云岩。厚度为 112.5 米。

(2) 奥陶系（O）　本区主要出露中奥陶统（O_2），相当华北地台马家沟组石灰岩。主要岩性：灰、深灰色厚层石灰岩夹黄灰、灰色白云质灰岩、灰质白云岩。与下伏层寒武系及上覆层石炭系呈平行不整合。厚度为 61~438 米。

(3) 石炭系（C）　豫西的石炭系向西北方向超覆于中奥陶统之上，可划分中统本溪组（C_2b），上统太原组（C_3t）。由于隆起区长期抬升，太原组受不同程度的剥蚀，总趋势东部如新安北保持较好，厚度为 43 米；西部剥蚀较强，如渑池七峰峪已剥蚀殆尽。主要岩性：中统本溪组（C_2b）为铁铝矿及铝土页岩。厚度为 8~19 米。上统太原组（C_3t）底部浅灰色粉砂岩；下、中部灰色石灰岩夹 3~4 层煤层；上部灰—深色硅质页岩、泥岩夹 1~2 层煤层。煤层于新安一带较发育。厚度为 39~103 米。

(4) 二叠系　下统：山西组（P_1s）、下石盒子组（P_1x）；上统：上石盒子组（P_2s）、石千峰组（P_2sh）。主要岩性：灰色、深灰色页岩、碳质页岩与长石石英砂岩呈不等厚互层，山西组—石盒子组夹煤层，为主要产煤层系，上部石千峰组紫红色、红色砂岩、砂质页岩互层。四个组连续沉积，与下伏层呈平行不整合接触关系。厚度为 707~2074 米。

3.中生界（Mz）

洛阳盆地中生界主要于西北部及北部渑池、义马、石佛一带，南部宜阳见零星出露。从三叠系至白垩系均有出露。

(1) 三叠系（T）　中、下统二马营群（$T_{1+2}er$）主要岩性：黄绿色、紫红色、肉红色砂岩、砂质泥岩及页岩、杂色页岩呈不等厚互层，反映出中生界湖盆沉积初期红色沉积由下向上变细，与下伏石千峰组呈整合接触。厚度为 332~609 米。上统延长群（T_3y）由下至上可划分为三个组：油房庄、椿树腰、谭庄组，区域上沿断陷盆地呈带状分布，渑池、义马一带发育，沉积建造反映出湖盆趋于稳定，浅湖相—沼泽相的暗色泥岩及煤层较发育，椿树腰

组及谭庄组该特征较为明显。主要岩性：下部油房庄组为黄绿、黄褐、紫色粉砂岩、页岩、泥岩互层。与下伏二马营群呈整合接触，厚度为350米。中部椿树腰组为黄绿、灰绿色粉、细砂岩、泥灰岩及灰黑色碳质页岩、泥岩夹多层煤线。厚度567～817米。上部谭庄组为黄绿、灰黄色粉、细砂岩、浅灰、灰黑色泥岩夹多层煤线，暗色泥岩向上增多，同时，该层下部夹两层中酸性火山喷出岩，反映印支运动后期活动有所增强。厚度为387米。

(2) 侏罗系（J）　下侏罗统义马组（J_1y）于渑池—义马一带，零星出露，为煤系地层。主要岩性：深灰、灰黑色砂质页岩，碳质页岩、细粒长石石英砂岩，夹煤线及煤层，底部见砾岩透镜体。与下伏三叠系上统呈不整合或平行不整合接触。厚度为80～100米。中侏罗统马凹组（J_2m）：在义马附近浅井钻遇，主要岩性为红色粗粒长石石英砂岩，夹泥灰岩。与下伏呈不整合接触。厚度＜100米。

(3) 白垩系（K）出露于渑池西孟村，主要为河流相—滨湖相沉积，主要岩性：灰绿、黄绿色砾岩、砂岩、粉砂岩，底部为黄绿色厚层砂砾岩。不整合于下侏罗统及二马营群之上。厚度为196～249米。

4.新生界

(1) 下第三系（E）　洛阳盆地下第三系主要为下、上始新世，由下至上可分为三个组，地层特征分述如下：

1) 陈宅沟组（E_2^1c）：出露于西南部兴华剖面，直接不整合于元古界基底之上。主要岩性：上部为红色砂质泥岩；下部为棕、紫红色砾岩夹少量泥岩。属第三系盆地形成初期山麓堆积相的沉积。层位相当于大仓房组或孔店组。厚度为173米。顶部含化石：*Sphaerium* sp. 河球蚬（未定种），*Eupera* cf. *sinensis odhner* 中华环蚬，及 *Sphaerium* cf. *scaldianum* 欧洲球蚬（近似种）。根据物探资料，宜阳凹陷厚度大于1000～1200米。

2) 蟒川组（E_2^2m）：兴华剖面出露，主要岩性为下部为绿灰色泥岩夹页岩、泥灰岩；上部棕红色砂质泥岩。属盆地较稳定沉降时期的湖泊相沉积。厚度为235米。产介形虫化石：近三角形真星介、倾斜真星介、德卡里金星介。宜阳一带含腹足类：*Bithynia* sp. 豆螺（未定种），*Corbicula* sp. 蓝蚬，*Planobis* sp. 扁卷螺等。层位可以与核桃园组或沙河街组地层对比，与下伏层呈整合接触，是洛阳盆地石油勘探的主要目的层。洛阳凹陷的洛参2井证实：该组于本凹陷厚度显著增加，钻厚达2154米（未穿），介形虫化石丰富，主要为金星介、真星介、美星介的化石组合，可与兴华剖面对比，但岩性对生油不利，为一套紫红色泥岩夹粉、细砂岩，氧化型的湖相沉积产物。

3) 石台街组（E_2^3s）：主要岩性为棕红色、浅灰色砾岩夹少量薄层砂质泥岩。洛宁凹陷及宜阳凹陷山麓堆积相特征显著，反映下第三纪盆地沉积后期又一次的强烈沉降运动。厚度为600～3000米。与下伏层呈整合接触。洛阳凹陷岩性变细，河流砂、砾岩厚度也变薄。这种差别与盆地的南部早第三纪晚期的构造运动增强有关。层位相当核桃园一段—廖庄组。

(2) 上第三系（N）　主要岩性为棕红、浅红、紫红等杂色砂质钙质泥岩、泥质粉砂岩、泥灰岩夹砾岩。厚400～500米。为河流平原相沉积。下部见化石 *Listriodon* cf. locknarti (pomel) 利齿猪（近似种），时代为中新统。不整合于下伏石台阶组及更老地层之上。

三、构造

1.构造背景及发展简史

洛阳盆地构造位置于河南西北部华北地台区豫西隆起带，印支运动末期开始发展起来的山间断裂盆地，西、南部为豫西隆起，北部为太行山一邙山隆起。盆地的形成受到两组方向的断裂控制，一组属北东向断裂，如盆地南界大断裂（宜阳断裂），延伸长度大，超过 120 千米，断距大于 3000 米以上。该构造线属汤阴地堑及太行山隆起北东向构造线的向南沿伸部分。另一组为北西向断裂，如新安凸起及宜阳凹陷的边界断层，属渑池—确山华北地台边缘台陷带构造线。由于两组构造线相交使洛阳盆地复杂化：①使盆地构造内走向不一致，宜阳凹陷及新安凸起为北西向；洛宁凹陷及洛阳凹陷为北东向；②各凹陷中、新生界各段发育程度及岩相特征差别较大。

像河南周口等其它地区一样，印支运动末期，豫西地区受到滨太平洋构造域的影响，较强烈的造山及断裂运动，使得太行—豫西地区显著抬升，古生界受到大面积的风化剥蚀。在这样的构造背景上，洛阳盆地南部宜阳大断裂及东北部偃师断裂等，所有边缘断裂开始较强烈活动，使洛阳盆地于印支、燕山运动期间，接受了一套由山麓堆积相、湖泊沼泽相、河流相所组成的沉积旋回。该套沉积层下部，古生界在盆地内部分地区保存较好，如宜阳凹陷及洛阳凹陷。而洛宁凹陷形成相对较晚，中生界不发育，古生界也剥蚀殆尽。喜山运动早期，洛阳盆地进一步发展，基本形成了二凸三凹陷的格局，三个凹陷都接受较厚下第三系沉积，部分地区如洛宁凹陷及宜阳凹陷于蟒川组沉积期可能形成较深湖相（兴华剖面岩性较细颜色较深为绿灰色）有利生油的沉积环境。第三纪晚期，盆地进入后期坳陷接受了河流平原相沉积，结束了沉积盆地的历史。

2.构造划分

由于洛阳盆地勘探程度较低，地震资料较少仅 280 多千米概查资料，对边界的主要断层及盆地内的主要构造带形态未能控制，划分主要依据为重、磁力资料结合部分钻井资料及区域地质资料，再结合沉积厚度，凡中、新生界沉积厚度较大的沉积单元为凹陷；未接受沉积或厚度薄的相对隆起为凸起。根据上述原则，将洛阳盆地划分为五个单元包括三个凹陷二个凸起：洛阳凹陷（1105 平方千米）、宜阳凹陷（891 平方千米）、洛宁凹陷（438 平方千米）、新安凸起（347 平方千米）及三乡凸起（约 1000 平方千米）。（图 8–8）。

四、远景初步评价及主要问题

根据目前资料，洛阳盆地主要勘探目的层有二个：下第三系蟒川组及三叠系椿树腰组～谭庄组。洛阳凹陷洛参 2 井已揭露蟒川组厚 2154 米（未穿），尚未见生油层，初步证实洛阳凹陷下第三系生油条件差。但根据洛宁凹陷西南部的兴华剖面及有些浅井的少量蟒川组暗色泥岩有机地球化学资料：剩余有机碳（C）含量 1.12～0.63%，二价硫含量 1.23～0.3%，氯仿沥青“A”平均值 6.25×10^{-4}%，属较有利生油岩。可进一步做工作，特别是确定蟒川组在其它二个凹陷（洛宁、宜阳凹陷）的最深凹陷部分的厚度及生油岩的有机质丰度、分布情况，以确定下第三系的勘探远景，这是首先尚待解决的问题。

三叠系椿树腰—谭庄组，地面资料及浅井资料表明，暗色泥岩厚度约 844 米，泥岩剩余有机碳平均值 0.713%，干酪根电镜下鉴定，属腐殖型—混合型，具煤系气源岩特征。凹陷深部预计埋藏很深，大于 4000 米，可进一步选择凹陷边缘有利构造，进行勘探。

洛阳盆地初步认为有两套有利勘探目的层，但由于盆地大部分地区处于豫西山区地带，勘探工作较难开展，特别是地震工作，因此，进一步地震详查工作装备上有困难，有待于组装山地地震队，对盆地进行勘探。

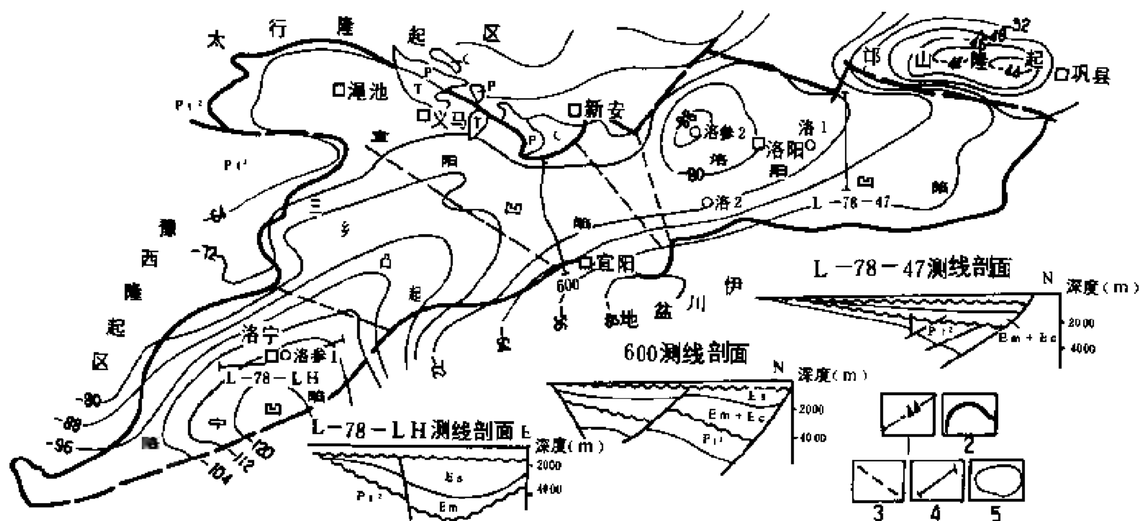


图 8–8 洛阳盆地平面构造图

1—重力布格等值线，mGal；2—盆地边界线；

3—凹陷分区界；4—剖面位置；5—露头区

第五节 板桥盆地

一、概况

板桥盆地位于河南省驻马店市西北部，遂平县境内，西部局部地区跨入泌阳县（图8–9）。盆地西部边缘（包括西北、西南部）三面环山，属桐柏山向北延伸部分，山峰海拔高度983～585.1米。向东地势变得平缓，为豫东平原的一部分。构造位置于北秦岭褶皱带北侧，与华北地台交界处，属燕山晚期—喜山期断裂运动形成的中、新生界小型断陷式沉积盆地，面积为500平方千米主要受到东南部主断裂控制，平面上为东南深向西北斜坡变浅的不对称箕形凹陷。东北部紧邻周口汝南凹陷，为第四系所覆盖。

原地质部物探大队及河南省地质队，先后完成了1：20万重力、磁力普查及区域地质测量，并于盆地东部钻浅井2口，钻遇白垩系火山碎屑岩及花岗岩体。

1978～1979年，河南石油勘探局对该盆地进行石油勘探，投入地震勘探工作量二个队年，完成六次覆盖剖面461.7公里；完钻探井2口（板参1、2井），进尺3743.98米，其中取芯进尺11.17米，岩芯长6.02米，平均收获率53.89%。

勘探证实，深凹陷位于东南部主控断层一侧，中、新生界沉积岩厚达5000米，其中下第三系厚约4000米，主要目的层核桃园组厚度大于1500米，并初步证实具有一定的生油条件，但各项指标低，生油远景较差。

二、地层

板桥盆地是北秦岭海西末期褶皱带构造背景上形成的山前小型断陷盆地，基底较复杂，根据西部山区露头，基底岩性有中、上元古界石英岩夹板岩、寒武系石灰岩、白云岩及部分中元古界片麻岩、燕山期花岗岩。盆内中、新生界沉积超覆于不同时代的基岩上。

*1.*中生界（Mz）

根据地面露头及浅井资料，边缘地区见侏罗系及白垩系。盆地东南部边缘区北泉寺

带，零星出露侏罗系含煤地层，不整合于寒武系之上。东部明家沟浅井，已钻遇白垩系火山岩，还有相邻的周口坳陷汝南凹陷，周17井钻遇约1744米侏罗—白垩系安山岩。结合盆地内地震资料分析，下第三系底界反射层以下，中生界较发育，沉积中心东南部，最厚约2300米。初步分析可能存在侏罗系、白垩系火山碎屑岩或侏罗系煤层地层，与上覆第三系地层呈角度不整合接触。

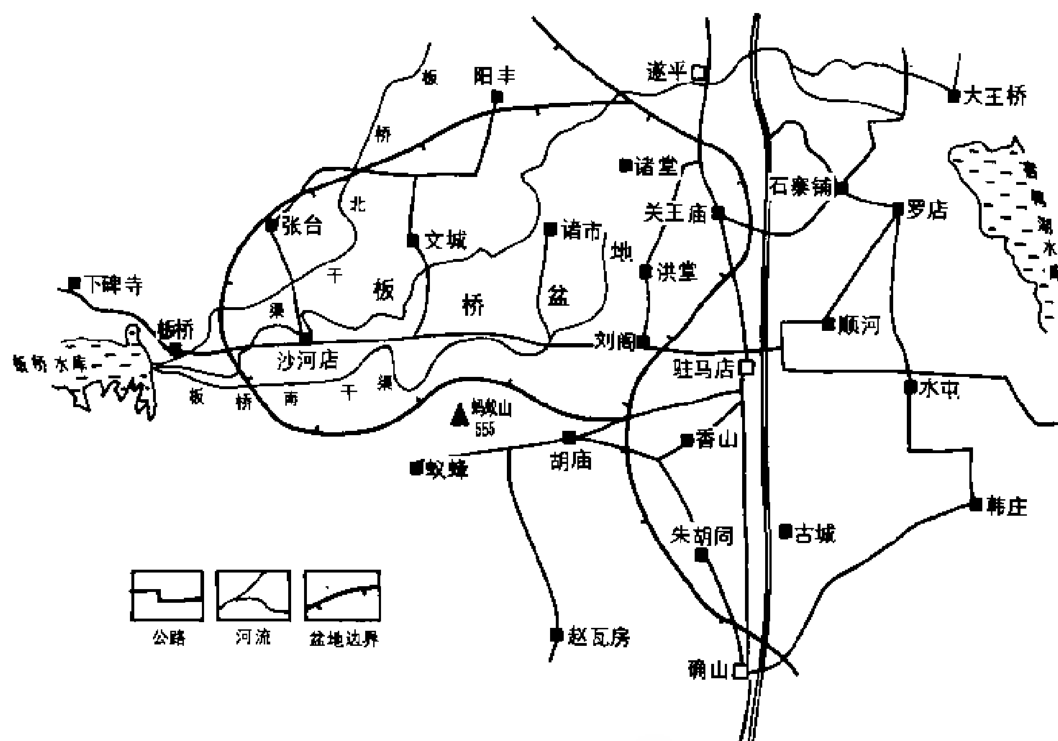


图8-9　板桥盆地地理位置图

2.新生界（Kz）

下第三系沉积与南襄盆地泌阳、南阳凹陷相似，沉积主要时期为下始新统—渐新统，介形虫、孢粉化石均可对比，同时岩性组合特征也相似，组成完整的沉积旋回。从下至上地层也相应可划分四个组：玉皇顶、大仓房、核桃园及廖庄组，各组岩性简述如下：

(1) 玉皇顶—大仓房组（Ey—Ed）　板参1井钻遇251.25米（未穿），地震资料两个组界面不清，主要岩性：暗紫、紫红色泥岩夹紫红色含砾砂岩。与上覆层核桃园组呈整合接触。厚度为1600～2400米。产轮藻化石：*Obtusochara* sp.　钝头轮藻（未定种），*Amblyochara* sp.　迟钝轮藻（未定种），*Obtusochara brevicylindrica*　短柱形钝头轮藻。

(2) 核桃园组（Eh）　为主要勘探目的层，与泌阳、南阳凹陷相似，属盆地稳定沉积发育时期的浅湖相沉积，生油岩较发育，根据沉积旋回及化石组合特征，进一步分成三个亚段，由下而上地层特征分段描述如下：

核三段（Eh_3）主要岩性为浅灰色泥岩夹浅灰色含砾砂岩、砂岩，碳质、沥青质页岩及泥质白云岩，下部岩性变粗、砂岩增多，出现暗紫色泥岩。板参1井钻厚509米。

产轮藻化石：*Maedlerischaera chinensis*　中华梅球轮藻，*Groresichara kielani*　吉兰厚球轮藻，*Crofliella*　sp.　克氏轮藻（未定种）。孢粉化石以蕨类孢粉显著增高为组合特征，

达40%。

核二段（Eh_2）：主要岩性为绿灰、浅灰—灰色泥岩、页岩夹油页岩及薄层灰白色粉砂岩。板参1井钻厚534.5米。产轮藻化石 *Charites producta* 伸长似轮藻，*Croftiella piriformis* 梨形克氏轮藻。藻类化石一般占10～30%，主要为褶皱藻，被子类和裸子类花粉含量相近，蕨类孢子最少（0～1.9%），以三角孢属为主。

核一段（Eh_1）：主要岩性为灰紫、灰绿、绿灰色厚层泥岩夹灰白、棕红色粉砂岩。板参1井钻厚306.5米。产较丰富微古化石。轮藻：*Charites jinjiachangensis* 金家场似轮藻，*Charites elliptica* 椭圆似轮藻，*Grovesichara kielani* 吉兰厚球轮藻，*Rhabdochara kisgyonensis* 基士京横棒轮藻；*Cyprinotus cingalensis* 锡兰美星介，*Cypris decaryi* 德兴里（迪氏）金星介。藻类化石丰富，一般10～30%，最高达49.5%，以褶皱藻为主。被子类花粉以榆、栎粉属为主；裸子类以麻黄属含量较高10～15%，次为松科及杉科粉；蕨类孢子含量少0～1.9%，以三角孢属为主。

核桃园组三个段连续沉积，为较典型浅湖相沉积。

(3) 廖庄组（El） 主要岩性：棕红、棕黄色泥岩、砂砾岩不等厚互层，下部岩性变细，砂岩以细、粉砂岩为主，泥岩颜色变为浅灰绿色，岩性较松软。板参1井钻厚446米。与上覆层上第三系上寺组呈角度不整合接触，以河流相为主的沉积。

3.上第三系上寺组（Nsh）：

主要岩性为灰白、棕黄色砾岩、砾状砂岩，与棕红色泥岩呈不等厚互层。盆地全区近水平分布。厚度为150～245米。

三、构造背景及盆地发育简史

板桥盆地构造位于北秦岭褶皱带北侧，属华北地台与秦岭褶皱带交界处。因此，地质背景较复杂，基岩中北西向断裂发育，岩性较杂。

三叠系秦岭地槽关闭后，燕山运动期间随着后期北东向断裂运动的加剧，东南部外部边界断层（黄庄—老庄断裂）活动结果，中生代中期形成了断陷沉积盆地，接受了中、上侏罗统—下白垩统的一套粗火山碎屑岩为主的沉积。晚白垩世盆地变浅并曾经露出水面遭受剥蚀。白垩纪末—喜山期随着新断裂构造运动加剧，边界断层内侧另一条边界断层（荒坡陆—藏集断裂）活动趋于明显控制了下第三系的沉积。早第三纪沉积期间，特别是核桃园组，湖盆沉降稳定，水体相对较深，形成浅湖相沉积环境，沉积中心靠东南边界断层（图8-10）。核桃园组灰色泥岩发育有一定的生油条件，但到廖庄组沉积期间，湖水明显变浅，岩性变粗，以河流相沉积为主。渐新世晚期，盆地露出水面遭受剥蚀。晚第三纪全盆地进入晚期坳陷阶段，接受上第三系河流平原相沉积，结束沉积盆地的历史。

四、远景初步评价及主要存在的问题

核桃园组为该盆地主要勘探目的层，总厚度为1300～1500多米，其中暗色泥岩达1045米，占地层总厚度80%，分布面积135平方千米，具生油条件。板桥凹陷核桃园组虽然具有生油条件，并具有一定的生油能力，但由于盆地面积小，成熟生油岩体积非常有限仅9.10立方千米，远景储量也非常有限，属含油潜力较差的盆地。

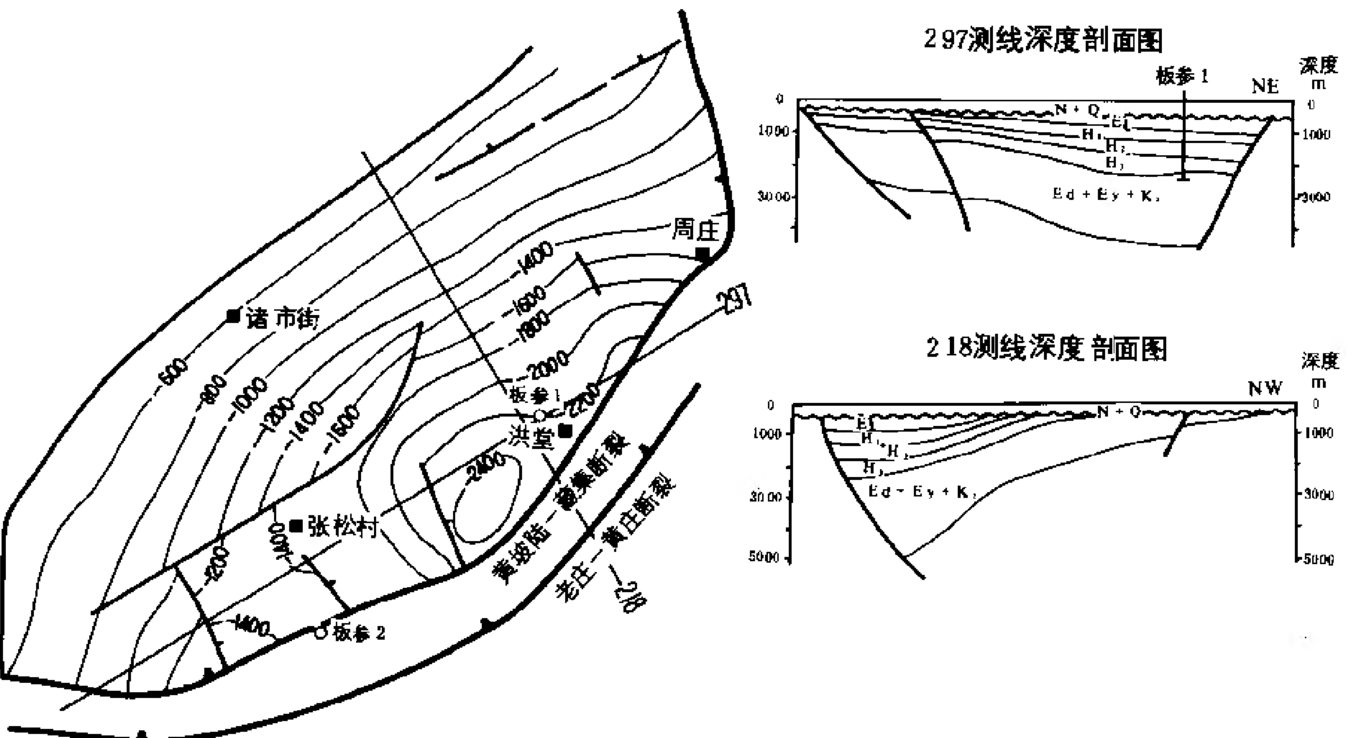


图 8-10　板桥盆地核三段底构造及横剖面图

第九章　沉积盆地含油气远景评价

本章主要综合本卷所述各盆地含油气远景评价部分，主要对陇海线以南（除开封坳陷、三门峡、济源盆地外）河南油田探区范围已钻探的盆地进行分类。河南省中、新生界盆地主要特点为断陷盆地，分割性强，主要表现在两个方面，一是面积较大的坳陷或盆地，被断层分割成若干个次级沉积凹陷；二是各沉积凹陷同层位的岩相特征差别较大，因此，以沉积凹陷作为评价分类的基本单元。另外，评价分类的勘探目的层较多，除新生界外，还有中生界、上古生界、下古生界—青白口系等，石油地质情况随着地层时代的变老，情况更为复杂，中生界及其以下的地层，经受强烈构造运动时期比下第三系长，曾经不同程度遭受大面积的剥蚀，断裂活动也较复杂，且生油层的热演化程度较高。因此，评价分类时，分层位并结合考虑地质条件，如果盆地内下第三系具良好的生油条件，则下第三系为评价的主要层位；如果下第三系无生油层或生油条件差，则对具生油条件较好，且保存较好的下部层位，如中生界（沈丘凹陷）、上古生界（鹿邑、倪丘集凹陷）、下古生界—青白口系（东岳凹陷）列入分类范围。

盆地的勘探远景评价，涉及油源条件、储、盖组合条件、构造和圈闭条件及勘探程度等因素，我们将油源条件列为重要的条件，只有具较好生油条件情况下，才结合考虑其它的因素，但本章不再重复前面章、节已详述的内容，在分类表中“备注”一栏注明复杂情况。根据我探区的实际情况，盆地分类采用如下指标值。由于对不成熟生油岩的生油潜力的认识不一，因此，其预测资源量不列入指标值范围。

Ⅰ类盆地：干酪根类型为Ⅰ～Ⅱ类，生油潜量一般值>4公斤／吨，成熟生油岩平均厚度>400米，平均生油强度>400万吨／平方千米，资源条件好，生、储、盖的配置及构造圈闭条件也较好，为目前主要的预探—详探拿储量地区。

Ⅱ类盆地：干酪根类型为Ⅱ类，生油潜量一般值1～4公斤／吨，成熟生油岩平均厚度250～400米，平均生油强度100～400万吨／平方千米，资源条件较好，但属盐湖沉积或砂岩体变化大，生、储、盖配置条件差，因此，列入Ⅱ～Ⅲ类过渡型的凹陷为接替重点探区之一。

Ⅲ类盆地：各项指标低于Ⅱ类盆地，或根据目前资料证实盆地内具生油、生气条件较好的下第三系、中生界及更老的地层，但勘探程度低或地质情况较复杂，列为Ⅲ类，为勘探后备地区。

Ⅳ类盆地：基本上为目前参数井资料已证实生油条件差的盆地。

评价分类的结果，只能代表对当前勘探和研究成果的认识，不可能一成不变，随着勘探技术和研究水平的提高，勘探程度的不断加深，将有新的认识和发现。另外，除表中的凹陷外，还有其它的盆地和凹陷，有待于我们进一步做工作，如临汝盆地、信阳盆地的潢川—固始凹陷及周口坳陷的其它凹陷等，以不断扩大新的勘探领域。

参考文献[1]

马杏垣等，1983，论华北地台基底构造，科学出版社。

王尚文等，1983，中国石油地质学，石油工业出版社。

王鸿祯等，1983，中国东部及邻区中、新生代盆地发育及大陆边缘区的构造发育，地质学报，第二期。

1984，中国隐蔽油气藏勘探论文集，黑龙江科学技术出版社。

叶连俊，1983，华北地台沉积构造，科学出版社。

关士聪等，1987，中国中、新生代陆相盆地发展沉积与油气，石油工业出版社。

朱水安等，1983，河南泌阳凹陷双河水下扇的沉积构造，石油学报，Vol.4，一期。

朱水安、徐世荣等，1981，河南泌阳凹陷的石油地质特征，石油学报，Vol.2，二期。

1979，华北地区区域地层表，地质出版社。

朱夏，1983，中国中、新生代盆地构造和演化，科学出版社。

朱夏，1986，朱夏论中国含油气盆地构造，石油工业出版社。

李德生，1983，中国东部中、新生代盆地与油气分布，地质学报，第二期。

1978，安徽区域地层表，地质出版社。

陈发景，1982，关于我国东部第三纪含油气盆地形成问题的初步探讨，科学出版社。

吴崇筠，1983，构造湖盆三角洲与油气分布，沉积学报，第一期。

吴崇筠，1985，断陷湖盆中的浊积岩，石油工业出版社。

张万选，1981，论油气藏的分类及中国油气藏主要类型，石油学报，Vol.2，第三期。

张文佑，1985，断块构造导论，石油工业出版社。

1989，河南区域地质志，地质出版社。

黄汲清等，1980，中国大地构造及其演化，科学出版社。

黄第藩等，1984，陆相有机质演化和成烃机理，石油工业出版社。

颜怀学，1987，试论华北地台的南界、合肥大学学报，第二期。

[1] 参阅了大量地南阳油田历年来的勘探、开发及物探研究报告。